

DESARROLLO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS Y LOGÍSTICA DE
ALMACÉN PARA LA EMPRESA VIVAS MOTOR

ELSA LIZETH TOLOZA RUBIO

UNIVERSIDAD LIBRE

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTÁ, D.C.

2017

DESARROLLO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS Y LOGÍSTICA DE
ALMACÉN PARA LA EMPRESA VIVAS MOTOR

ELSA LIZETH TOLOZA RUBIO

Cód. 062081119

Trabajo de grado como requisito para optar el título de Ingeniero Industrial

ING. HUMBERTO GUERRERO SALAS

Magister en Ingeniería Industrial

Director Proyecto de Grado

UNIVERSIDAD LIBRE

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTÁ, D.C.

2017

HOJA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado DESARROLLO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS Y LOGÍSTICA DE ALMACÉN PARA LA EMPRESA VIVAS MOTOR, realizado por la estudiante Elsa Lizeth Toloza Rubio 062081119, cumple con todos los requisitos legales exigidos por la Universidad Libre para optar el título de Ingeniero Industrial.

Firma del Director de Proyecto

Firma del Jurado 1

Firma del Jurado 2

DEDICATORIA

Mi trabajo de grado está dedicado a mi hermoso hijo Jerónimo quien ha sido fuente de inspiración para culminar con éxito esta etapa de mi vida, a mis padres que con su apoyo incondicional y profundo amor fueron primordiales para el cumplimiento de este objetivo, a mi esposo quien con su cariño, sacrificio y esfuerzo apoyo este camino, a mi hermana para quien espero ser ejemplo de constancia.

LIZETH TOLOZA RUBIO

AGRADECIMIENTOS

Llevar a cabo este proyecto no hubiera sido posible sin la colaboración y acompañamiento de las personas y entidades mencionadas a continuación:

En primer lugar, a la Universidad Libre que respaldó mi proceso formativo como Ingeniera Industrial, a mi director de proyecto: Ingeniero Humberto Guerrero Salas quien guió el desarrollo de este trabajo con paciencia, compromiso y profundo respeto, al docente Orlando de Antonio por su apoyo constante, al gerente en retiro de la empresa Vivas Motor el Señor Aureliano Vivas y a su hija Sandra Vivas quien asumió el mismo cargo en el proceso de realización de este trabajo de investigación, por suministrar la información necesaria para la consolidación del proyecto.

Agradezco enormemente a todos ustedes.

RESUMEN

La empresa Vivas Motor está ubicada en el popular sector de “la octava” en el centro de la capital, están dedicados hace más de 30 años a la comercialización de repuestos para vehículos de carga pesada.

Se ha identificado por medio de diferentes técnicas de diagnóstico que la política de inventarios que manejan en la actualidad no satisface las necesidades del cliente en su totalidad y genera unos costos bastante importantes, motivo por el cual se da inicio a este trabajo de investigación. Lo primero que se realizó fue una clasificación de los productos que se comercializan en la empresa por medio de la técnica ABC, basados en dos factores básicos: ingresos percibidos por producto y el tiempo en que cual se vendieron. Los productos clasificados como tipo A, fueron sometidos a una prueba de normalidad, (Smirnov-Kolgomorov) para determinar el comportamiento de su distribución, a los productos que presentaron un comportamiento de distribución normal se les aplicó un modelo de revisión periódica con distribuciones teóricas, por otra parte, a los que no tuvieron este tipo de comportamiento de distribución se les trató de forma diferente, se ingresaron datos históricos de demanda al paquete STATGRAPHICS, este paquete permitió aplicar el pronóstico adecuado por producto y a su vez proyectar la demanda, por ultimo a estos productos se les aplico el algoritmo de Wagner Within para determinar la política de inventario adecuada.

Finalmente, se realiza un comparativo de los indicadores de gestión con la política actual vs la política propuesta para determinar si es adecuado implementar esta política al interior de la organización, teniendo en cuenta todos los factores que influyen en los inventarios y no solo el monetario con el fin de optimizar los recursos de la empresa.

PALABRAS CLAVES: Diagnóstico, demanda, inventarios, optimización, indicadores.

ABSTRACT

The company Vivas Motor is located in the popular sector of "the octave" in the center of the capital, for more than 30 years that are dedicated to the commercialization of spare parts for vehicles of heavy load.

It has been identified through different diagnostic techniques that the inventory policy they currently manage does not satisfy the needs of the client as a whole and generates significant costs, which is why this research work is started. The first thing that was done was a classification of the products that are marketed in the company by means of the ABC technique, based on two basic factors: revenues per product and the time in which they were sold. Products classified as type A were subjected to a normality test (Smirnov-Kolgomorov) to determine the behavior of their distribution, to the products that presented a normal distribution behavior were applied a model of periodic revision with theoretical distributions, On the other hand, those who did not have this kind of distribution behavior were treated differently, historical demand data were entered into the STATGRAPHICS package, this package allowed to apply the appropriate forecast by product and, in turn, to project demand, lastly These products were applied to the Wagner Within algorithm to determine the appropriate inventory policy.

Finally, a comparison of the management indicators with the current policy vs. the proposed policy is made to determine if it is appropriate to implement this policy within the organization, taking into account all the factors that influence the inventories, and not only the monetary with In order to optimize the resources of the company.

KEY WORDS: Diagnosis, demand, inventories, optimization, indicators.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
JUSTIFICACIÓN	16
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	19
1.1 Problema	19
1.1.1 Descripción del problema	19
1.1.2 Formulación del problema.	23
1.2 Objetivos	23
1.2.1 Objetivo General.	23
1.2.2 Objetivos Específicos	23
1.3 Delimitación Y Alcance	25
1.4 Metodología	26
1.4.1 Tipo de investigación	26
1.4.2 Cuadro metodológico	26
1.4.3 Marco normativo y legal	31
2. MARCO REFERENCIAL	32
2.1 Descripción General De La Empresa	32
2.2 Antecedentes	34
2.3 Marco Teórico	37
2.3.1 Diagnóstico Empresarial	38
2.3.1.1 Optimización financiera.	39
2.3.1.2 Matriz DOFA	39
2.3.2 Demanda	40
2.3.2.1 Análisis de la demanda del servicio.	41
2.3.2.2. Pronósticos	42

2.3.3. Inventarios	47
2.3.3.1. Tipos de inventario.	49
2.3.3.2 Componentes de un modelo de inventarios.	49
2.3.3.3 Validación de los modelos de inventario.	50
2.3.3.4 Algoritmo de Wagner-Whitin (ww)	51
2.3.3.5 Sistema de análisis ABC	52
2.3.3.6 Sistemas de control de inventario.	53
2.3.3.6.1. Sistema de revisión continúa.	54
2.3.3.6 2. Sistema de revisión periódica.	54
2.3.4. Cadena De Suministro	55
2.3.4.1. Gestión de la cadena de suministro.	56
2.3.4.1.1 Compras.	57
2.3.5. Logística	58
2.3.5.1 Componentes de la logística.	58
2.3.5.3. Actividades de soporte de la logística	61
2.3.6. Distribuciones de probabilidad.	61
2.4 Marco Conceptual	65
3. DESARROLLO DEL PROYECTO	67
3.1 Diagnóstico general	67
3.1.1 Sistema para el control de inventarios.	67
3.1.2 Encuesta	71
3.1.2.1 Hallazgos generales de la encuesta	86
3.1.3 Matriz DOFA	87
3.1.4 Matriz de Vester	91
3.1.5 Clasificación ABC	93
3.1.5 Análisis de costos	99
3.1.5.1 Costo de ordenar	100

3.1.5.2 Costo de almacenamiento	102
3.1.5.3 Costo de productos	103
3.1.6 Indicadores de gestión de inventarios actual para productos tipo A.	104
3.1.6.1 Tamaño de la orden	105
3.1.6.2 Inventario Promedio	107
3.1.6.3 Costo total de inventario promedio	108
3.1.6.4 Nivel de servicio	109
3.1.7 Prueba de Kolmogorov Smirnov	110
3.2. Pronósticos Productos Con Comportamiento De Demanda No Normal	113
3.2.1 Factor estacional	119
3.3 Aplicación del sistema de inventarios para los productos clasificados tipo a.	123
3.3.1 Aplicación del algoritmo de Wagner Whitin para demanda de productos con comportamiento de distribución diferente a la normal.	130
3.4 Análisis De Resultados	133
CONCLUSIONES	139
RECOMENDACIONES	141
BIBLIOGRAFÍA	142

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Bodega vivas motor	19
Figura 2. Diagnóstico situación actual vivas motor.	21
Figura 3. Mangueras comercializadas por vivas motor	23
Figura 4. Georreferenciación de la empresa vivas motor	25
Figura 5. Organigrama de vivas motor	33
Figura 6. Proceso de comercialización de autopartes vivas motor	33
Figura 7. Cadena de suministros	56
Figura 8. Grafico distribución normal	63
Figura 9. Grafico distribución de poisson	64
Figura 10. Mapa de proceso propuesto control de inventarios	70
Figura 11. Ficha técnica de la encuesta	71

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Técnicas de control de artículos en bodega	74
Gráfico 2. Registro del ingreso de artículos a bodega.	75
Gráfico 3. Registro de salida de artículos de bodega	76
Gráfico 4. Obsolescencia de artículos	77
Gráfico 5. Características para elección de proveedores.	78
Gráfico 6. Métodos para el cálculo de los costos de operación	79
Gráfico 7. Frecuencia de compra de artículos nacionales	80
Gráfico 8. Ordenes de compras	81
Gráfico 9. Política de pago a proveedores	82
Gráfico 10. Beneficios de contrato a largo plazo	83
Gráfico 11. Revisión de inventarios físicos	84
Gráfico 12. Almacenamiento de productos	85
Gráfico 13. Identificación de puntos críticos	93
Gráfico 14. Frecuencias relativas de tamaño de la orden	107
Gráfico 15. Frecuencia relativa de inventario promedio – porcentaje %	108
Gráfico 16. Frecuencia relativa costo total de inventario promedio	109
Gráfico 17. Serie de datos y predicción para el producto	115
Gráfico 18. Coeficientes de autocorrelación de los residuos para el pronóstico del producto	116
Gráfico 19. Pronóstico rep10573 semanas 54-65	121
Gráfico 20. Tamaño de la orden de productos tipo A actual vs propuesto	135
Gráfico 21. Inventario promedio actual vs propuesto productos tipo A	136
Gráfico 22. Costo total promedio actual vs propuesto productos tipo A	138
Gráfico 23. Reducción de gastos	138

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Volumen de ventas vivas motor	21
Tabla 2. Cuadro metodológico	27
Tabla 3. Cuadrantes matriz dofa	40
Tabla 4. Actividades claves de la logística	60
Tabla 5. Actividades de soporte de la logística	61
Tabla 6. Encuesta aplicada a los trabajadores de vivas motor.	72
Tabla 7. Técnicas de control de artículos en bodega.	74
Tabla 8. Registro del ingreso de artículos a bodega.	75
Tabla 9. Registro de salida de artículos de bodega	76
Tabla 10. Obsolescencia de artículos	77
Tabla 11. Características para elección de proveedores.	77
Tabla 12. Métodos para el cálculo de los costos de operación	78
Tabla 13. Frecuencia de compra de artículos nacionales	79
Tabla 14. Órdenes de compra	80
Tabla 15. Política de pago a proveedores	81
Tabla 16. Beneficios otorgados por los proveedores a vivas moto	82
Tabla 17. Revisión de inventarios físicos	83
Tabla 18. Distribución y orden de artículos en bodega	84
Tabla 19. Matriz dofa vivas motor	87
Tabla 20. Factores externos críticos	89
Tabla 21. Factores internos críticos	90
Tabla 22. Variables matriz de vester	91
Tabla 23. Matriz de vester	92
Tabla 24. Porcentajes de clasificación abc	94
Tabla 25. Clasificación de productos tipo a	94
Tabla 26. Selección final productos tipo a	97
Tabla 27. Salario costo ordenar	100
Tabla 28. Índice de almacenamiento (%) - semanal	102

Tabla 29. Costo unitario de almacenamiento para productos tipo a	103
Tabla 30. Ordenes de pedido vivas motor productos tipo a. Unidades	104
Tabla 31. Hoja de vida del indicador tamaño de la orden	106
Tabla 32. Tamaño de la orden	106
Tabla 33. Hoja de vida. Indicador inventario promedio	107
Tabla 34. Indicador inventario promedio - intervalos	108
Tabla 35. Costo total de inventario promedio - intervalos	108
Tabla 36. Hoja de vida indicador costo total de inventario promedio	109
Tabla 37. Hoja de vida indicador nivel de servicio	110
Tabla 38. Especificaciones estadísticas filtro aceite lf3000flg	111
Tabla 39. Prueba de normalidad	111
Tabla 40. Consolidado de resultados prueba de kolmogórov productos tipo a	112
Tabla 41. Modelos de pronóstico a aplicar productos con comportamiento de distribución no normal	113
Tabla 42. Comparación 4 de modelos producto 194009-a	114
Tabla 43. Pronostico para el producto 194009-a	115
Tabla 44. Modelo aplicado por producto	116
Tabla 45. Pronóstico aplicado a los productos tipo a con distribución no normal	118
Tabla 46. Pronostico aplicado a los productos tipo a con distribución no normal	122
Tabla 47.información del producto 59760-22110a para la aplicación del sistema de inventarios con distribuciones teóricas.	123
Tabla 48. Estimación de la demanda promedio producto 59760-22110a	124
Tabla 49. Aplicación del sistema de inventarios de distribuciones teóricas para los productos categorizados tipo a	129
Tabla 50. Aplicación del algoritmo de wagner within	132
Tabla 51. Aplicación del algoritmo de wagner within para los productos tipo a	133
Tabla 52. Hoja de vida tamaño de la orden productos tipo a actual vs propuesto	134
Tabla 53. Tamaño de la orden de productos tipo a actual vs propuesto	134
Tabla 54. Hoja de vida Indicador inventario promedio actual versus propuesto	135
Tabla 55. Inventario promedio actual versus propuesto productos tipo a	136
Tabla 56. Hoja de vida costo total inventario promedio actual versus propuesto	137

INTRODUCCIÓN

En Colombia el mercado de las autopartes ha cobrado gran importancia, en los últimos años se ha evidenciado, gracias al proceso de globalización, cómo los grandes, medianos y pequeños empresarios se han preocupado por estar a la vanguardia tanto en la tecnología como en sus procesos internos con el fin de ser más competitivos y aumentar sus ganancias en un mercado cambiante que ofrece a los clientes cada vez mayor versatilidad y facilidad para acceder a los productos demandados.

Desde 1988 Aureliano Vivas ha distribuido en Bogotá y en Ureña (Venezuela) repuestos para vehículos de carga pesada tales como Ford, Kenwork, Cummins, Mack, Freightliner, Brigadier bajo la marca de VivasMotor. Inicialmente se compraban los productos en Colombia para ser comercializados en Bogotá y Ureña pero con el fin de aumentar las ganancias el proceso fue cambiando por lo cual actualmente los repuestos son traídos de Fort Lauderdale (Estados Unidos) en contenedores y descargados en la bodega de almacenaje que provee de repuestos a las dos sucursales y desde la cual se despachan los pedidos al por mayor y finalmente llevar a cabo su proceso de comercialización.

Los últimos dos años se ha visto un descenso importante en las ventas del sector de las autopartes en Colombia “la industria automotriz y autopartes tiene una participación del 4% del Producto Interno Bruto industrial” (DANE 2014)

JUSTIFICACIÓN

Cuando el ejercicio económico de una empresa tiene la posibilidad de generar mejor rentabilidad, debe encontrarse la forma de lograr dicho objetivo, pero cuando se ve truncado por la carencia de conocimientos y métodos que permiten lograrlo, esta tarea se convierte en una meta un poco más difícil de alcanzar. Adicional a esto debe resaltarse que el impedir un flujo económico continuo de una organización origina otro tipo de inconvenientes que indiscutiblemente hacen que las utilidades se vean mermadas.

Teniendo en cuenta la actividad económica de la organización es imprescindible que se administren adecuadamente los inventarios, para que estos no se vean reflejados en sobre costos ya sea de almacenamiento o los ocasionados por faltantes. Cuando en los almacenes no se tiene la capacidad de suplir la demanda del cliente, por inexistencias de productos específicos. Por otro lado, “los inventarios de productos terminados sirven para satisfacer las necesidades o demanda de los clientes. Puesto que estos inventarios representan frecuentemente una considerable inversión de recursos financieros, las decisiones con respecto a las cantidades de inventarios son importantes” (Guerrero 2009, 13)

Por ello es inevitable pensar que desarrollar un sistema de inventarios metódicamente estructurado para la empresa VIVASMOTOR, mejoraría notoriamente su economía, además que le otorgaría a la empresa la posibilidad de:

- ✓ Estar preparada para cualquier cambio del mercado.
- ✓ No generar subcontratación, ni sobreexplotación de planta.
- ✓ Tener bien definidos los métodos de producción.
- ✓ Mejores rendimientos en los procesos de clasificación de materiales.
- ✓ Tener conocimiento total de sus existencias.
- ✓ Permitirle a sus clientes conocer cuánto material se dispone para ellos.

- ✓ Tener inventariado cada material que posee la empresa para conocer la capacidad máxima de almacenamiento.

Cuando una organización tiene la capacidad para llevar a cabo una gestión óptima de los inventarios, con anterioridad debió haber realizado como empresa una evaluación de la situación que en dicho momento se presenta, referente al diseño del sistema de gestión de inventarios y la política enfocada al manejo y control de los mismos, para determinar que producto, cuanto, cuando pedir y a quien solicitarlo.

El desarrollo de este proyecto pretende que las decisiones que se tomen en la VivasMotor, en adelante, sean acertadas, además los resultados y la información que se obtenga del mismo sea de práctica utilización para la empresa con el fin de mejorar la gestión de inventarios y así evitar, sobreabastecimientos u obsolescencia de piezas en la bodega y punto de venta ya que hasta el momento se han visto visiblemente afectados aspectos como: los niveles de satisfacción de clientes internos y externos, reprocesos, cumplimiento con estándares de calidad y el aprovechamiento de los recursos eficientemente y ser más competitivos en el mercado cambiante. Todos estos aspectos relacionados, han sido obstáculo para los objetivos financieros a corto plazo de la empresa por lo que este proyecto ha sido visto como base para la correcta ejecución de los procesos dentro de la misma, a fin de maximizar las utilidades.

Este proyecto está cimentado sobre tres pilares fundamentales: el primero de ellos es la autora del mismo, que ha visto en este trabajo de investigación, la oportunidad de afianzar un gran número de conocimientos adquiridos en el transcurso de los años de estudio, enfocando sus esfuerzos a cumplir la labor con un alto nivel de calidad y a cabalidad; el segundo pilar del proyecto es la empresa VivasMotor a quien la estudiante beneficiará ampliamente con el desarrollo del proyecto por los motivos que ya fueron expuestos anteriormente, finalmente el tercer pilar es la Universidad Libre que es aquella que provee los conocimientos e indica como institución las pautas a la desarrolladora para que pueda llevar a cabo la investigación correspondiente, cumpliendo con su labor social al proveer de

profesionales capaces e idóneos al país y apoyando con estos proyectos al sector industrial del mismo.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Problema

1.1.1 Descripción del problema. La empresa Vivas Motor lleva a cabo procesos de importación, distribución y venta de repuestos vehículos de carga pesada, se hacen procesos de compra y venta de *repuestos diésel* muy diversos, desde abrazaderas y accesorios hasta cabinas de tráilers y motores. La empresa ejecuta el manejo de sus inventarios de una forma deficiente, sin ningún tipo de modelo a seguir ni control estricto y real de los productos que allí se comercializan, motivo por el cual se presentan faltantes de productos y esto conlleva a que se presenten sobre costos en piezas. En la figura 1 puede observarse la bodega de la empresa y la distribución de los productos al interior de la misma.

Figura 1. Bodega Vivas Motor



Fuente: el autor, en instalaciones de Vivas Motor, 2015

La prioridad de la empresa es suplir la necesidad del cliente así que cambian de proveedores y pagan excedentes por productos inexistentes en la bodega. La cadena

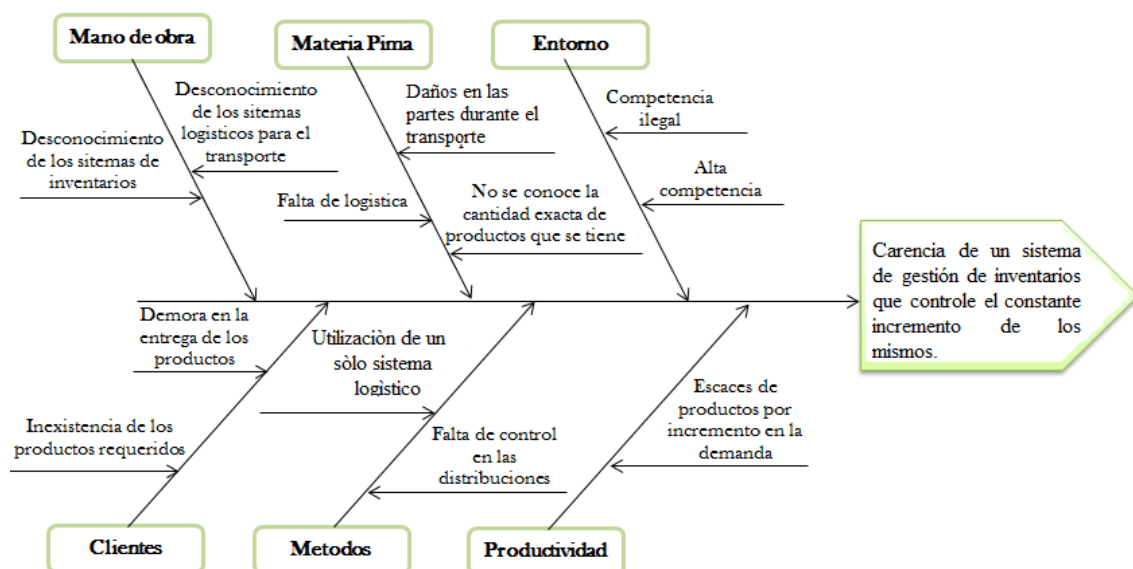
de abastecimiento no satisface las necesidades de la empresa, se evidencian falencias en el control, planeación y organización de pedidos. Por otra parte, hay exceso de repuestos que no tienen gran movimiento en el mercado generando un aumento en los costos de almacenamiento y como consecuencia una disminución en las ganancias.

El análisis de la compañía desde el área de recursos humanos arroja varias conclusiones entre las cuales puede encontrarse que los trabajadores no tienen conocimientos relacionados con el manejo logístico de los inventarios, ya que la empresa hasta el momento no había notado la importancia en el manejo de los mismos, por lo cual las acciones que realizan a diario en muchas ocasiones contribuyen al aumento de los sobre costos.

Por otra parte los clientes, quienes son el fin último de la cadena de suministro, en ocasiones llegan al almacén en busca de piezas específicas de las cuales no hay existencias lo que genera un alto nivel de insatisfacción y pérdida de clientes potenciales. Cuando esto ocurre los trabajadores tienen órdenes estrictas de conseguir la pieza en los almacenes aledaños si es posible. Para tener control de los inventarios de esta empresa se debe contar con instrumentos y métodos que permitan facilitar esta tarea, VivasMotor necesita de procesos y procedimientos establecidos desde el momento en que inicia la negociación de la compra con los proveedores, hasta la colocación de los artículos en la bodega, así como el control y manejo interno en las todas áreas involucradas.

En el figura 2 se lleva a cabo un proceso de identificación de las relaciones entre las causas y los efectos del problema que se está estudiando en este proyecto de investigación.

Figura 2. Diagnóstico situación actual Vivas Motor



Fuente: el autor 2015

El volumen de las ventas por referencia es reducido en comparación con las cantidades en inventario totales según la clasificación realizada por la empresa expuesta en la tabla 1. Se evidencia, además, como primera medida que la mayor cantidad de ventas está dada por las mangueras de silicón.

Tabla 1. Volumen de ventas Vivas Motor

CÓD.	LÍNEA	2011	2012	2013	2014	Promedio
0001	Abrazaderas	2,956	2,567	2,631	2,543	2,674
0002	Accesorios	6,792	5,987	6,399	6,012	6,298
0003	Bombas	1,627	1,202	1,035	988	1,213
0004	Clutch	2,301	1,204	2,156	3,096	2,122
0005	Diferencial	3,198	2,991	2,023	1,750	2,491
0006	Espejos (lujos)	2,578	3,134	2,897	2,005	2,654
0007	Guayas	2,327	2,578	2,834	1,649	2,347
0008	Mangueras	10,101	11,768	12,944	11,654	11,617
0009	Motor	3,987	4,873	7,879	6,821	5,889

0010	Sistemas de aire	8,983	10,592	11,733	10,862	10,543
0011	Sistemas de freno	1,975	2,338	1,875	2,748	2,234
0012	Suspensión	340	703	597	1,113	410
0013	Superior Cabinas	147	236	258	361	250
0015	Ventilador	1,847	4,875	1,901	1,178	2,450
0016	Tapas de rueda	22	41	45	11	29,7
0018	Varios Brigadier	2,531	1,894	1,803	2,076	2,076
0019	Varios Cummins	873	1,394	1,497	2,831	1,648
0020	Varios Freightliner	78	298	412	763	388
0021	Varios Kenwork		39	52	198	72,2
0022	Varios Mack	32	189	314	452	246,7
0023	Varios Volkswagen	1,856	2,095	1.860	1,657	1,867
0024	Sin Clasificar	5	16	52	84	39
0025	Otras marcas		29	33	51	28
0026	Genéricos	678	1,987	2,978	3,869	2,378

Fuente: VivasMotor 2015

La cantidad exacta actual de productos en bodega en algunos casos es desconocida, generalmente se calcula por método de tanteo, lo cual complica aún más la tarea de clasificación y determinación de costos, por ejemplo en el caso de las mangueras, figura 3, es el producto con mayor cantidad de ventas anuales, se realizó un conteo total, incluyendo todos los tamaños, marcas y modelos y se obtuvo que la cantidad total de mangueras es de 4,965¹ lo que constituye un 43,59% de la ventas totales anuales del producto en mención. Esto hace evidente la mala gestión de inventarios y la poca rotación de los mismos.

¹ Número total de existencias de mangueras (mangueras rectas, acopladoras, codos de 45°, intercooler, rollos, flexibles, tipo hub) a la fecha en la bodega de VivasMotor. Conteo realizado por la autora del proyecto con el apoyo del personal de la empresa, diciembre 2015.

Figura 3. Mangueras comercializadas por Vivas Motor



Fuente: el autor, en instalaciones de VivasMotor, 2015

1.1.2 Formulación del problema. ¿Qué acciones se deben implementar en la empresa Vivas Motor con el fin de reducir los excesos de inventarios obsoletos, reducir costos y mejorar el servicio al cliente?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General. Diseñar un Sistema de Gestión de Inventarios que describa el comportamiento del manejo de existencias de productos para la empresa Vivas Motor por medio de un modelo matemático con el fin de minimizar costos y que a su vez satisfaga la demanda de los clientes.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la empresa por medio de la información suministrada tanto de inventarios como de ventas estableciendo su política de inventario, reabastecimiento y compras.

- Definir las variables que afectan el desarrollo de los procesos, para el seguimiento de los mismos, definiendo sus costos y tiempos, con el fin de ajustarlas al modelo de inventarios más apropiado.
- Establecer la importancia de los productos que son comercializados por la empresa mediante el sistema de clasificación ABC que permita la realización de un adecuado control y manejo de los mismos.
- Escoger el modelo de inventarios apropiado, para la elaboración de una programación ordenada de los datos recolectados ajustados a la situación actual de la organización.
- Desarrollar el modelo matemático optado para la organización, considerando la mejor opción para ser aplicada al sistema real.
- Validar el desarrollo del modelo matemático propuesto mediante indicadores de gestión, evidenciando así la optimización del proceso.

1.3 Delimitación Y Alcance

Espacio: Bodega Calle 8 # 15 A - 16 Bogotá Colombia.

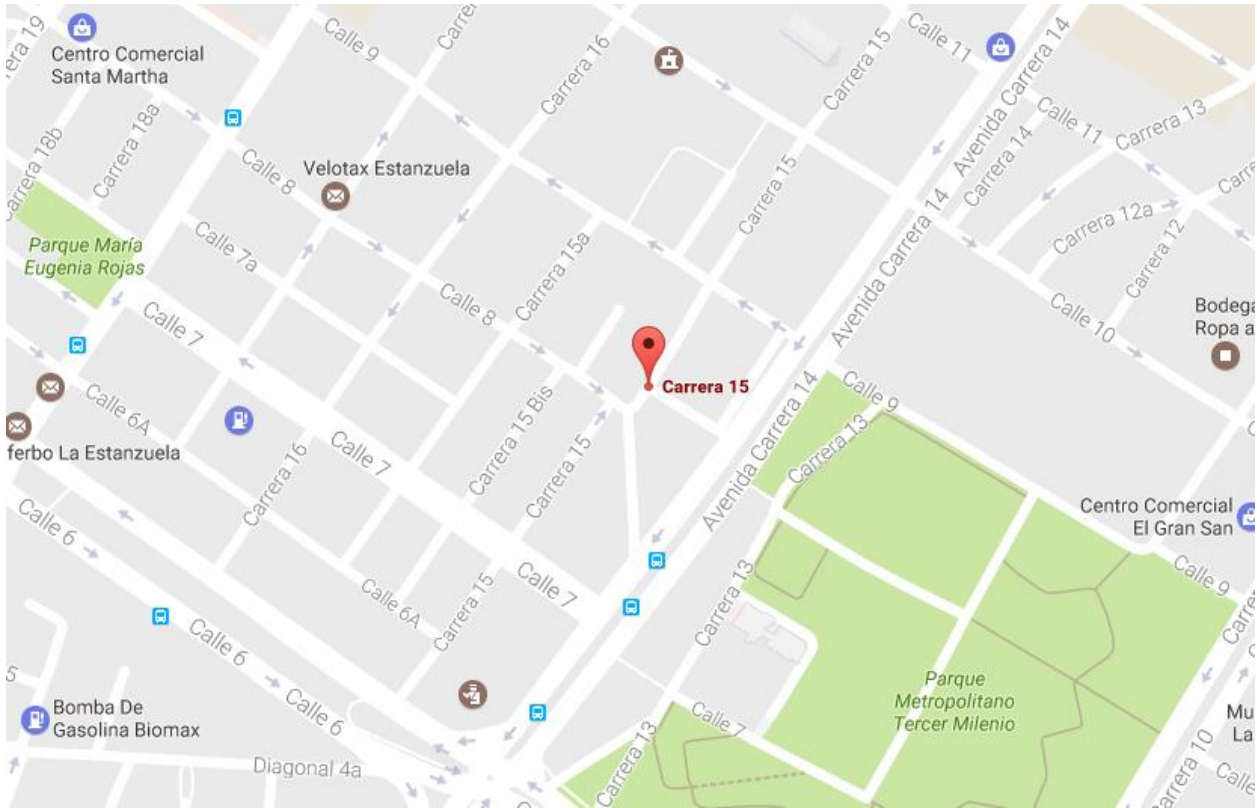


Figura 4. Georreferenciación de la empresa Vivas Motor

Fuente: Google Maps

Tiempo: El tiempo de desarrollo de este trabajo de investigación es de 18 meses aproximadamente a partir de Noviembre de 2015 a Abril del 2017.

Temática: Diseño del sistema de gestión de inventarios para la empresa Vivas Motor de los productos clasificados como A; luego de haber aplicado el método de selectividad A.B.C. de los inventarios.

1.4 Metodología

1.4.1 Tipo de investigación. Esta investigación es de carácter mixto y de investigación aplicada, ya que se hizo uso de todo el aprendizaje matemático adquirido, permitiendo una óptima solución en el desarrollo cuantitativo de tal modo que se obtuvo datos precisos que permitieron el adecuado proceso de investigación, las mediciones, el análisis de los datos estadísticos y de las variables que definen el tipo de problema a solucionar. Además, en cuanto a las cualidades específicas del problema, se llevó a cabo asesorías, encuestas, análisis de datos históricos y uso eficiente de la información que se adquiriera dentro del desarrollo del sistema.

1.4.2 Cuadro metodológico. En la Tabla 2 se observa la metodología a realizar en el desarrollo del proyecto, evidenciando las actividades, instrumentos y/o técnicas empleadas.

Tabla 2. Cuadro metodológico

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	METODOLOGÍA	LECCIÓN DE DATOS
Diagnosticar la situación actual de la empresa por medio de la información suministrada tanto de inventarios como de ventas estableciendo su política de inventario, reabastecimiento compras.	Se equiparó a través de los resultados estadísticos y los archivos de la empresa, todos los factores que son partícipes en el desarrollo de los inventarios.	Se llevaron a cabo visitas a la empresa VIVAS MOTOR para entrevistar al administrador de la compañía con la finalidad de revisar todos los archivos de la compañía de las 52 semanas del año 2015, para establecer estadísticamente el comportamiento del inventario y así poder obtener los datos adecuados.	Entrevista estandarizada. Diagrama causa – efecto. Observación directa de datos históricos de la empresa.
Definir las variables que afectan el desarrollo de los procesos, para el seguimiento de los mismos, definiendo sus costos y tiempos, con el fin de ajustarlas al modelo de inventarios más apropiado.	Se realizó una revisión de facturas y órdenes de compra de la empresa. Se indagó sobre el proceso de almacenamiento y distribución los productos de la empresa para establecer las variables que intervienen en el proceso.	Mediante una investigación observacional en la empresa, a través del análisis de los procedimientos de almacenamiento y distribución se establecerán y clasificarán las variables. Establecer la relación las variables críticas con el problema.	Inspección a la empresa. Revisión de facturas y órdenes de compra. Observación directa del proceso almacenaje y distribución.

Establecer la importancia de productos que son comercializados por la empresa mediante el sistema de clasificación ABC que permita la realización de un adecuado control y manejo de los mismos.	Se efectuó un proceso en el cual se logre ordenar los productos de mayor valor a menor valor para implementar el proceso de clasificación ABC.	<p>Recopilación y clasificación de las ventas de las 52 semanas del año 2015.</p> <p>Aplicación del método de Pareto para estudiar y aglomerar los productos con base a su importancia a la rotación y costo en el inventario.</p>	<p>Estudios de los archivos donde se encuentra registrados los inventarios de las 52 semanas del año 2015.</p> <p>Consulta bibliográfico.</p> <p>Diagrama efectuado por computadora para análisis del sistema ABC.</p>
	Se estudió la metodología de distribución de los agentes que intervienen en el flujo de los productos así como los tiempos y recursos económicos utilizados.	Evaluar cada etapa de la gestión logística que utiliza la empresa para poder determinar qué metodología se ajusta a las diferentes etapas del proceso.	Consulta bibliográfica.
Escoger el modelo de inventarios apropiado, para la elaboración de una programación ordenada de los datos recolectados ajustados a la situación actual de la organización.	Se estableció el tipo de demanda al que responden los productos.	Estudiar y evaluar el modelo matemático elegido para poder acoplarlo a las necesidades de la empresa, teniendo en cuenta las variables y los resultados planteados por medio de este estudio.	<p>Recopilación de datos históricos</p> <p>Presentación de los resultados obtenidos mediante medios estadísticos realizados por el autor del proyecto.</p>
	<p>Establecer los modelos que están relacionados con los factores de influencia al problema de la empresa.</p> <p>Se estudiaron los diferentes modelos matemáticos que se ajustan al sistema para</p>	Introducir a los modelos propuestos los factores establecidos para observar su comportamiento.	

	mejorar el modelo de inventarios.	Elegir el modelo que más se ajuste los requerimientos que presenta la empresa y ejecutarlo.	
Desarrollar el modelo matemático optado para la organización con el fin de elegir la mejor opción para ser aplicada al sistema real.	Se aplicó al modelo selecciona el tamaño de lote con la media desviación determinadas.	Usar el los modelo determinístico para la cantidad optima de pedido a partir de las distribuciones que se logren identificar, costos y demás restricciones que se presenten.	Sistema de revisión periódica.
	Se aplicó el sistema de revisión periódica a los productos tipo A.		Sistema de revisión continúa.
	Se llevó a cabo el control de los inventarios, con los parámetros obtenidos a partir del modelo de revisión.	Determinar los indicadores del sistema de revisión periódica que se propondrán.	Algoritmo Wagner Within
Validar el desarrollo del modelo matemático propuesto mediante indicadores de gestión con el fin de evidenciar la optimización del proceso	Se llevó cabo una identificación de los indicadores de gestión que se ajustan a los resultados obtenidos por el sistema de gestión de inventarios propuesto.	Establecer los indicadores pasados y compáralos con los arrojados por el modelo propuesto.	Recopilación de información histórica que haga evidentes los indicadores de gestión que se utilizaban con anterioridad.
	Se realizó una comparación basado en los indicadores de gestión que se han aplicado		Tablas de datos realizada por la autora del proyecto.

en la empresa con
anterioridad contra los
resultados propuestos por el
sistema de inventarios.

Fuente: el autor 2015

1.4.3 Marco normativo y legal. El Decreto 2649 de 1993 en su Artículo 63 señala que “los inventarios representan bienes corporales destinados a la venta en el curso normal de los negocios, así como aquellos que se hallen en proceso de producción o que se utilizan o consumirán en la producción de otros que van a ser vendidos.”

Por su parte, el Código de Comercio registra la *obligatoriedad de elaborar periódicamente un inventario y un balance general* a través de su Artículo 52, donde señala que: “Al iniciar sus actividades comerciales y, por lo menos una vez al año, todo comerciante elaborará un inventario y un balance general que permitan conocer de manera clara y completa la situación de su patrimonio” y con el Artículo 450 determina que “los inventarios se evaluarán de acuerdo con los métodos permitidos por la legislación fiscal” que se establecen en el Artículo 62 del Estatuto tributario: *Sistema para establecer el costo de los activos movibles enajenados* indicando que los inventarios “se deben establecer con base en alguno de los siguientes sistemas”:

1. El juego de inventarios
2. El de inventarios permanentes o continuos
3. Cualquier otro sistema de reconocido valor técnico dentro de las prácticas contables, autorizado por la Dirección General de Impuestos Nacionales.

Además aclara que el inventario de fin de año o periodo gravable es el inventario inicial del año o periodo gravable siguiente y en el Artículo 65 constituye que “el valor del inventario detallado de las existencias al final del ejercicio, antes de descontar cualquier provisión para su protección, debe coincidir con el total registrado en los libros de contabilidad y en la declaración de renta”.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 Descripción General De La Empresa

Vivas Motor es una empresa colombiana legalmente constituida en 1988 por Aureliano Vivas, quien es su propietario y actual Gerente, dedicada a la importación y comercialización de autopartes de vehículos de transporte pesado tales como Ford, Kenwork, Cummins, Mack, Freightliner, Brigadier entre otros. Vivas Motor cuenta con dos sucursales para distribución de los productos; una de ellas está ubicada en Bogotá y la otra se encuentra en Ureña, Venezuela.

La función primordial de la empresa es satisfacer las necesidades de sus clientes, para ello cuenta con un amplio equipo de trabajo, compuesto por un total de 12 trabajadores, capacitado y dispuesto a cumplir con calidad su labor. La trayectoria de más de 25 años ratifica su seriedad e importancia en el mercado competitivo de las autopartes del país.

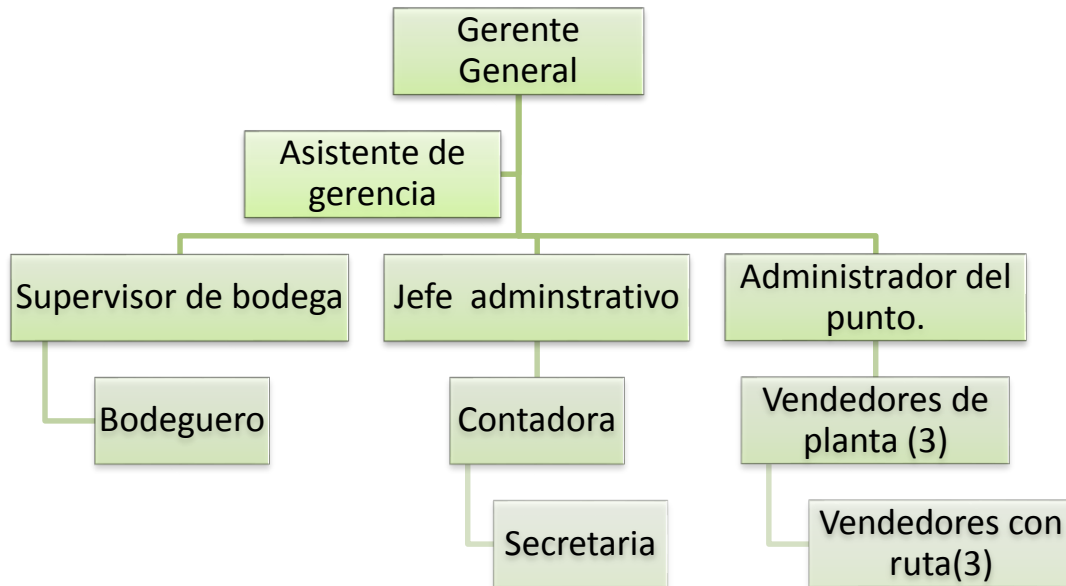
La expansión es la meta primordial de la empresa, sus clientes dan crédito de la seriedad y cumplimiento de Vivas Motor a lo largo de todos estos años, la experiencia es el pilar de los procesos que se llevan a cabo dentro de las instalaciones para cumplir con las expectativas, tanto de precios como de calidad de los productos que allí se comercializan.

Actualmente no cuenta con ninguna certificación de normas internacionales pero la gerencia contempla la posibilidad de comenzar el proceso para certificar la compañía bajo la norma ISO 9001, motivados por la realización de este proyecto y los beneficios que de este se espera obtener.

En la figura 4 se evidencia el organigrama actual de la compañía que cuenta con tres áreas fundamentales: atención de proveedores, administración y dentro del área de comercialización

varios vendedores quienes en algunos casos tienen rutas específicas para hacer entregas de las piezas, teniendo en cuenta que en su mayoría son partes de gran tamaño o que no son muy comunes en el mercado de las autopartes de la ciudad.

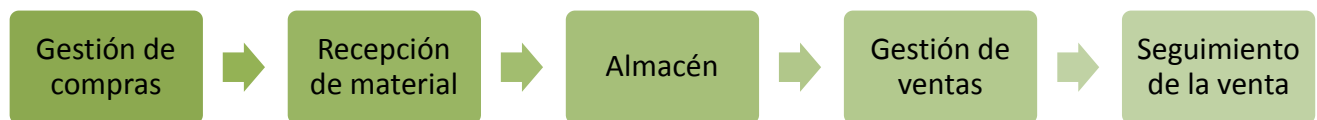
Figura 5. Organigrama de Vivas Motor



Fuente: El autor 2015

A grandes rasgos la tarea de comercialización se lleva a cabo partiendo de los siguientes procesos: selección del proveedor, solicitud de compra, recepción de piezas, almacenamiento, solicitud de venta, despacho (figura 5). Debe hacerse énfasis en que los procesos se manejan actualmente de forma manual, se cuenta formatos que deben ser diligenciados previamente para llevar a cabo los procesos ya mencionados.

Figura 6. Proceso de comercialización de autopartes Vivas Motor



Fuente: El autor 2015.

2.2 Antecedentes

El sector de las autopartes evidencia una gran importancia dentro de la economía nacional, motivo por el cual este apartado se enfoca en hacer referencia de varios estudios que se han desarrollado bajo la misma temática y de los cuales se reseña: título, autores, entidad en la que se realizó la investigación, desarrollo y resultados.

- Título: “Mejoramiento al control administrativo de los inventarios de la organización Vimarco Ltda. Regional Centro de la Ciudad de Bogotá D.C.” (Muñoz y Camargo 2013)

Entidad: Vimarco Ltda. Regional Centro

Desarrollo: Teniendo en cuenta las características del inventario de la organización VIMARCO LTDA., los niveles de inventarios en dotaciones, elementos para la prestación del servicio, accesorios y obsoletos, se hacía difícil el control debido a la alta demanda por parte del cliente y su alto nivel de rotación, si se almacena demasiado cuesta y si se acaba también cuesta. En la primera situación se pueden presentar obsoletos los cuales para el año 2012 sumaron un total en existencias de 24300 unidades, averías, envejecimiento y en general abarrotamiento son las principales causas; en el segundo caso, con los agotados, se presentan costos originados por la ruptura de stock, pero los más graves son los costos ocultos generados por la pérdida de clientes y por dejar de satisfacer la demanda. Para el año 2012, el 2% del total de salidas del almacén se incumplieron representados en 491 unidades; dada esta situación se hace necesario desarrollar un mecanismo de pronósticos ya que estos permiten mantener las existencias a un nivel apropiado, tanto en términos cuantitativos como cualitativos. Este estudio procuró brindar beneficios económicos a la organización VIMARCO LTDA regional centro, por medio de herramientas de ingeniería como los modelos de inventario, análisis de demanda y estudio de tiempos.

Se llevó a cabo la clasificación ABC teniendo en cuenta el historial de salidas del almacén es indispensable para determinar sobre qué productos se deben tener mayor control en el manejo de inventarios y también para darle un buen manejo a los mismos.

El cálculo del pronóstico de la demanda para el 2013 realizado por medio de modelo de series de tiempo con ajuste de tendencia, permitió conocer mes a mes el comportamiento de la demanda para el año 2013 por cada una de las referencias.

El análisis e implementación del modelo para varios productos con restricciones en la organización VIMARCO LTDA regional centro, fue la herramienta fundamental para detectar varios errores que se estaban presentando en el inventario y en la optimización del espacio del almacén.

Teniendo en cuenta lo anterior por medio del desarrollo de este proyecto la compañía tuvo un ahorro monetario de \$20.252.808.00, lo cual aparte de ser un factor muy importante a nivel económico, representó no tener inventarios obsoletos ni tampoco tener clientes insatisfechos por no contar con productos disponibles.

- Título: “Sistema de gestión de inventarios para la empresa farmacéutica UnitedPharma de Colombia S.A.” (Marín y Montes 2013)

Entidad: UnitedPharma de Colombia S.A.”

Desarrollo: La empresa United Pharma de Colombia Ltda., tuvo un crecimiento del 75% de sus clientes en los últimos 3 años, que antecieron a la presentación de este proyecto, lo cual dificultó sus procesos en el tiempo de entrega de los artículos a sus destinatarios en el desarrollo normal de las actividades de inventario el pedido de los medicamentos se realizaba antes que se acabara el stock a la dirección general, para tratar de no afectar la comercialización o venta de estos, el encargado del almacén lo realizaba de forma manual y lenta lo cual lleva a que hicieran más contratos y se presentaran mayores errores en cuanto a la calidad de la información; por este motivo, se requirió un sistema apropiado para satisfacer de manera adecuada y eficiente los requerimientos del personal encargado del área lo cual constituye una de las operaciones vitales en la operación de la empresa.

Se clasificaron los inventarios utilizando el sistema o método ABC, para determinar que artículos farmacéuticos eran los que tenían mayor relevancia por su alto costo y baja rotación dentro del inventario total, al igual que los de alta rotación sin importar su costo; una vez arrojada la información por el sistema en mención y teniendo en cuenta que corresponde a una demanda probabilística, se aplicó el sistema de inventarios de revisión continua para los artículos clasificados en categoría A, revisión periódica para los artículos clasificados en categoría B y revisión esporádica para los artículos clasificados en categoría C, dicho sistema ayudó a mejorar la administración de la política de los inventarios en la empresa, a su vez, logró incrementar el nivel de servicio ofrecido por la misma, satisfaciendo las necesidades de sus clientes, dando respuesta oportuna a los diferentes requerimientos, para beneficio propio y de su entorno, optimizando recursos y reduciendo costos, con el fin de obtener mayor rotación de cada uno de los artículos en un menor tiempo.

- **Título:** “Implementación del modelo de gestión de inventarios SilverMeal en la empresa Ferrero LADM (Martínez y Quintero 2013)

Entidad: Ferrero LADM

Desarrollo: Ferrero LADM es una empresa dedicada a la comercialización de chocolates importados a Colombia provenientes de sus plantas ubicadas en Italia, Polonia, Brasil, Ecuador y Argentina.

Esta empresa en Colombia se enfrentó a la necesidad de optimizar sus inventarios con el objetivo principal de mejorar su nivel de servicio y sincronizar sus procesos de abastecimiento, encauzando su flujo de producto terminado e información y cumplir en línea a los requerimientos de sus clientes y consumidores con el mejor costo posible.

Como parte del crecimiento rápido de la empresa y su amplio portafolio de productos no existía un modelo documentado y soportado matemáticamente de gestión de inventarios, que

permitieran establecer niveles óptimos y puntos de seguimiento, que a su vez llevaran a un mejoramiento continuo en la gestión de los centros de distribución. La deficiencia en el proceso de inventarios en los centros de distribución, más la falta de un adecuado abastecimiento, fueron las causas para no poder conocer si el inventario disponible era suficiente para cumplir con los pedidos o si había excesos de inventario en los productos. Se determinó implementar el modelo de inventario Silver Meal (SM), dado la variabilidad del inventario, los conocimientos adquiridos en el transcurso de la Especialización de Gerencia en Logística integral.

El modelado de SM conlleva a una mejora en la demanda de los productos de la empresa Ferrero LADM, para ello manejaron la clasificación ABC con el fin de ubicar los productos y a su vez implementar el modelado para así establecer los tiempos de pedido lo cual generó un ahorro en los costos y un manejo más adecuado de los inventarios lo cual optimizó el movimiento de producto dentro de nuestra bodega y posteriormente la distribución a nivel nacional.

2.3 Marco Teórico

El manejo de inventarios y la gestión logística son algunas de las condiciones más importantes para el control financiero y la ejecución de presupuestos al interior de una organización, sin embargo, el manejo de los mismos requiere de un conocimiento y unas bases no solamente prácticas sino también teóricas bajo las cuales se espera ofrecer referentes necesarios para identificar inicialmente la importancia de los inventarios y el soporte para el desarrollo de la presente investigación.

2.3.1 Diagnóstico Empresarial. El Diagnóstico Empresarial debe entenderse como una herramienta de gran utilidad utilizada con el fin de conocer la situación actual de una empresa y las situaciones que impiden su crecimiento, sobrevivencia o desarrollo. Este tipo de diagnóstico permite, en muchas ocasiones, detectar las causas principales de los problemas que se presentan de "raíz", de manera que se puedan enfocar los esfuerzos futuros en encontrar las acciones más efectivas y evitar el desperdicio de recursos. En un buen número de ocasiones este trabajo es realizado por consultores o personas externas a la organización, también es común que el diagnóstico sea efectuado por los mismos responsables de la empresa.

Con el fin de encontrar respuesta a las incógnitas planteadas con anterioridad, se considera apropiado utilizar el enfoque propuesto por Norton y Kaplan, donde se visualiza a la empresa desde cuatro perspectivas integradas:

“Perspectiva financiera: Es la visión de los números y la situación financiera de la empresa, estudiando los niveles de inversión, las políticas de financiación, los resultados económicos, el uso y aplicación de los fondos del negocio, etc.

Perspectiva de los clientes: Desde esta visión se enfocan los aspectos relacionados con los clientes a los cuales está dirigida la organización.

Perspectiva de los procesos internos: Es el momento de analizar los procesos productivos de la organización, estudiando su eficiencia y correspondencia con el resto de la organización.

Perspectiva de las capacidades del personal y la organización: Finalmente se analizan las capacidades del personal y la brecha que puede existir entre las capacidades requeridas para un funcionamiento eficiente de los procesos productivos y la capacidad actual del personal.”
(Romagnoli 2009, 9)

Estas cuatro perspectivas permiten abarcar aquellos aspectos más importantes del fenómeno empresarial.

2.3.1.1 Optimización financiera. Optimizar es el sinónimo de realizar una actividad de la mejor forma que sea posible, en cuanto a la optimización financiera las empresas día tras día enfocan sus esfuerzos a generar el mayor margen de ganancias dependiendo de la actividad económica que lleven a cabo, sin embargo, es evidente que las grandes multinacionales son quienes mejor desarrollan esta labor. Para muchas empresas, hacer un buen uso de los recursos financieros es una tarea bastante complicada, sobre todo cuando tienen muchos proyectos en mente y desean obtener buenos resultados. “Si se analizará una empresa independientemente de su tamaño, identificando cuatro áreas básicas para su manejo: Mercadeo, producción, administración de personal y finanzas, el éxito de su funcionamiento y gestión depende en gran medida del alcance de los objetivos de cada una de ellas.” (Scott 2008, 356)

El objetivo primordial financiero puede definirse, no como podría pensarse comúnmente, en la maximización de utilidades, sino como la maximización de la riqueza de los dueños de la empresa, lo cual a su vez es sinónimo de la maximización del valor de la compañía, la maximización de la inversión que se realizó.

2.3.1.2 Matriz DOFA. Es una herramienta ampliamente utilizada, que permite llevar a cabo un diagnóstico real de la situación de una empresa, indica el estado actual, lo que faculta a los directivos de la compañía para una posterior toma de decisiones, partiendo del hecho que se ha adquirido por medio de la matriz DOFA un conocimiento profundo y real del medio. La matriz DOFA evidencia cuáles son las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, que afectan a la empresa y su entorno elementos que dan una visión global e integral. Esta herramienta da la oportunidad de poner en marcha el direccionamiento estratégico de la empresa ya que causa un efecto que permite la transformación y ofrece una primera

aproximación para el fortalecimiento de la estrategia empresarial puesto que esta es reconocida como una técnica para el análisis estratégico.

Tabla 3. Cuadrantes Matriz DOFA

<i>Debilidades</i>	<i>Amenazas</i>
<i>Constituyen los principales factores negativos de la organización que de no superarse impedirán cumplir con la misión</i>	<i>Son aquellos factores sobre los cuales no se puede incidir, impedir o provocar, pero que si ocurren pueden afectar el funcionamiento del sistema y dificultar o impedir el cumplimiento de la misión</i>
<i>Fortalezas</i>	<i>Oportunidades</i>
<i>Se definen como los principales factores propios de la organización que constituyen los elementos más poderosos, en los que debe apoyarse todo el colectivo de la empresa para cumplir con la misión</i>	<i>Son los elementos que pueden manifestarse en el entorno, sin que sea posible influir en su ocurrencia o no, pero que posibilita aprovecharlas si se actúa en esta dirección, posibilitando o favoreciendo el cumplimiento de la misión</i>

Fuente: Modulo de dirección y planeación estratégica. Guía de trabajo. Gilberto Rey. 2013.

2.3.2 Demanda. La demanda puede definirse como la cantidad proyectada de ventas de un producto o servicio específico, es la cantidad que los compradores están dispuestos a adquirir teniendo en cuenta determinadas condiciones tanto de valor monetario como de otros factores de interés específicos. La unidad de medida de la demanda puede variar según el entorno y la presentación del artículo concreto (unidades, centenas, litros, kilogramos, etc.).

Demanda Determinística o probabilística: Existen algunos casos en los cuales la demanda futura se supone perfectamente conocida; en otras ocasiones se supone que los valores de la demanda son aleatorios.

Dependiente o independiente: Con respecto a esta clasificación la demanda de componentes está directamente relacionada con la demanda de productos finales, pero teniendo en cuenta que la demanda de productos finales está considerada como independiente.

Homogénea o heterogénea: La demanda se establece como homogénea cuando su valor es constante en el tiempo.

Diferida o Pérdida: Finalmente, cuando no se satisface la demanda (ruptura de stocks), a veces será posible diferir la entrega.

2.3.2.1 Análisis de la demanda del servicio. El objetivo de llevar a cabo un análisis de la demanda es demostrar y cuantificar la existencia de posibles clientes, sean individuos u organizaciones que sean consumidores o posibles usuarios del artículo o servicio que se ofrezca. Para tal fin se tienen en cuenta tres aspectos cuantificables muy relevantes, la demanda actual, demanda potencial y demanda futura de acuerdo a los resultados proyectados.

Con el fin de cuantificar la demanda se tienen en cuenta dos tipos de fuentes: Primaria y Secundaria; La primaria en la cual se aplican métodos como encuestas, censos, entre otros, y la secundaria a través de la investigación documental.

Habiendo determinado las fuentes tanto primarias como secundarias se logra determinar el contexto y el marco de la investigación que se pretenda realizar con datos recopilados por diferentes entes, tanto públicos como privados.

2.3.2.2. Pronósticos. Los pronósticos son una herramienta de vital importancia para el manejo de inventarios en las empresas, principalmente en aquellas que manejan grandes cantidades de artículos. Para manejar los inventarios de forma sencilla, ágil y sin incurrir en grandes inversiones se han implementado los pronósticos, técnicas de promedio o de suavización, basadas en observaciones de datos anteriores con el fin de suavizar fluctuaciones del corto plazo.

Existen varias técnicas, se enunciarán las más importantes:

Promedios simples: Siendo la más sencilla de todas, se lleva a cabo tomando datos históricos de un número de periodos predeterminado con el fin de hallar su media aritmética, de tal forma que pueda pronosticarse el dato del período siguiente. Es usado cuando los patrones de demanda son aleatorios o nivelados sin elementos estacionales o de tendencia. (Hanke 2006, 105)

Promedios móviles: Esta técnica consiste en tomar los datos más recientes y a su vez ir dejando de lado los más antiguos, de tal forma que para cada nuevo periodo que se vaya a pronosticar se vaya desechando un periodo. Es usado correctamente cuando los patrones son de demanda aleatoria o nivelada y se pretende eliminar el impacto de los elementos irregulares históricos haciendo un enfoque claro en los periodos recientes. La técnica también puede ser utilizada con ponderaciones que brinden mayor importancia a los datos que sean más recientes, según sea la necesidad que tenga el analista. (Hanke 2006, 105)

Suavización exponencial simple: Esta técnica es ampliamente utilizada para datos que no permiten predecir una tendencia ni creciente ni decreciente, se enfoca en los datos obtenidos más recientemente. Para aplicar este método se lleva a cabo el cálculo del promedio de una serie de tiempo empleando un mecanismo de autocorrección con el que se pretende ajustar los pronósticos en dirección opuesta a los datos de las desviaciones del pasado, por medio de una corrección que se ve afectada por un coeficiente de suavización.

Para desarrollar este método de pronóstico se emplean únicamente tres datos: el pronóstico del último período, la demanda del último período y el coeficiente de suavización, como se evidencia a continuación en la ecuación. (Salazar 2013)

$$F_t = \alpha F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Donde (Chase y Aquilano 2009, 478):

F_t = El pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t.

F_{t-1} = El pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo anterior.

A_{t-1} = La demanda real para el periodo anterior.

α = El índice de respuesta deseado, o la constante de suavización.

Suavización exponencial doble: Se expondrán a continuación tres métodos de suavización exponencial que permiten realizar pronósticos para diferentes tipos de comportamiento de datos.

Método de Holt: Es usado correctamente cuando los datos de demanda presentan una tendencia y un patrón estacional constante, lo que se pretende con esta técnica es eliminar el impacto de los elementos irregulares que hayan sido encontrados en el pasado enfocándose únicamente en períodos de demanda reciente. A continuación las ecuaciones que describen este método: (Hanke y E. 2006, 107)

$$F_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$P_{t+m} = F_t + mT_t$$

Donde (Modelos de pronósticos 2015):

A_t = Es el valor atenuado.

α = Es la constante de atenuación de los datos de la serie de tiempo.

X_t = Es el valor real de la serie de tiempo en el periodo t.

β = Es la constante de atenuación utilizada para estimar la tendencia.

T_t = Estimación de la tendencia.

m = Es el número de periodos a pronosticar en el futuro.

P_{t+m} = El es pronostico de m periodos hacia el futuro.

Método de Brown (Masini y Vásquez 2014, 50): Cuando las series de tiempo tienen una tendencia lineal se suele utilizar el metodo de Brown, ademas, porque permite pronosticar series de tiempo para mas de un periodo. Este metodo plantea una serie de pasos para ser llevado a cabo que se describen a continuación:

1. Como primera medida se debe suavizar el valor simple con la siguiente ecuacion :

$$A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)A_{t-1}$$

2. Seguido de esto debe procederse a suavizar doblemente el valor simple, lo cual quiere decir que se va a realizar una suavización del valor de la primera suavización:

$$A'_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)A'_{t-1}$$

3. A continuacion, se realiza el calculo para hallar el valor de la serie de tiempo para cualquier periodo t:

$$a_t = 2A_t - A'_t$$

4. Se realiza el calculo del valor de ajuste, lo que es puede entenderse como la medición de una pendiente que pueda cambiar durante la serie:

$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (A_t - A'_t)$$

5. Finalmente, la formulación del pronóstico será dada por la siguiente ecuación:

$$P_{t+m} = a_t + b_t m = (2A_t - A'_t) + \frac{\alpha m}{1 - \alpha} (A_t - A'_t)$$

Donde:

A_t = Es el valor atenuado.

Y_t = Es el valor real de la serie de tiempo en el periodo t.

A'_t = Es el valor atenuado dos veces

α = Es la constante de atenuación de los datos de la serie de tiempo.

a_t = Valor de la serie en cualquier periodo t.

b_t = Valor de ajuste.

m = Es el número de periodos a pronosticar en el futuro.

P_{t+m} = El es pronostico de m periodos hacia el futuro.

Método de Brown para series de tiempo con tendencia cuadrática. (Masini y Vásquez 2014, 38): Como se evidenció con anterioridad para llevar a cabo el método de Brown se debe realizar una doble suavización, en este caso se pasará de una forma lineal a una cuadrática como lo indica el nombre del método, motivo por el cual se deben efectuar dos grandes cambios: debe realizarse una tercera suavización y agregarse un parámetro c para proceder a desarrollar el método. A continuación se relacionan las ecuaciones empleadas para dicho fin:

$$A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)A_{t-1}$$

$$A'_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)A'_{t-1}$$

$$A''_t = \alpha A'_t + (1 - \alpha)A''_{t-1}$$

$$a_t = 3A_t - 3A'_t + 3A''_t$$

$$b_t = \frac{\alpha}{2(1 - \alpha)^2} [6 - 5\alpha)A_t - (10 - 8\alpha)A'_t + (4 - 3\alpha)A''_t]$$

$$c_t = \frac{\alpha^2}{(1 - \alpha)^2} (A_t - 2A'_t + A''_t)$$

$$P_{t+m} = a_t + b_t m + \frac{1}{2} c_t m^2$$

Dónde:

Y_t = Es el valor real de la serie de tiempo en el periodo t.

A_t = Es el valor atenuado.

A'_t = Es el valor atenuado dos veces

A''_t = Es el valor atenuado tres veces.

α = Es la constante de atenuación de los datos de la serie de tiempo.

a_t = Valor de la serie en cualquier periodo t.(Intercepto)

b_t = Valor de la pendiente de la serie de tiempo

c_t = Parametro de no linealidad de segundo orden.

m = Es el número de periodos a pronosticar en el futuro.

P_{t+m} = El es pronostico de m periodos hacia el futuro.

2.3.3. Inventarios. El inventario es el conjunto de mercancías o artículos que tiene la empresa para comerciar, permitiendo la compra y venta o la fabricación primero antes de venderlos, en un período económico determinado. (Krajewski, Ritzaman y Lalhotra 2008, 462)

El inventario se crea cuando el volumen de materiales, partes o bienes terminados que se recibe es mayor que el volumen de los mismos que se distribuye; el inventario se agota cuando la distribución es mayor que la recepción de materiales. (Krajewski, Ritzaman y Lalhotra 2008, 544)

El inventario de un almacén incluye todos los bienes y materiales que son usados en los procesos de producción, mantenimiento, distribución y en general en la logística de servicios. La función de los inventarios es servir de amortiguador entre la demanda de bienes por parte de los clientes y la capacidad de producción de bienes y servicios de la organización. Su

objetivo va enfocado a conseguir el equilibrio entre la calidad de servicio ofrecido a clientes y la inversión económica necesaria para ello, lo cual se traduce en una inmovilización de capital, que en muchos casos supone unos recursos financieros de grandes dimensiones. (Sarabia 1996, 431)

Dentro del proceso de gestión de inventarios deben considerarse tres (3) actividades ineludibles:

La primera es determinar las existencias: Esta actividad hace alusión a cada uno de los procesos que deben llevarse a cabo para tener consolidada la información pertinente de las existencias en físico de los productos que deben controlarse. Estos procesos se detallan como:

- + Toma de inventarios.
- + Auditorías de existencias.
- + Entradas y salidas del almacén y conteos cíclicos.

Analizar el inventario es la siguiente actividad a considerar dicha actividad está fundamentada en cada uno de los análisis estadísticos que se lleva a cabo para determinar si las existencias que fueron previamente determinadas, son apropiadas o no, es decir “nada sobra y nada falta”, basados en la máxima rentabilidad que pueden generar con dichas existencias. Para dicho fin son usualmente utilizadas metodologías como: máximos y mínimos, y Just in Time (Justo a tiempo).

Finalmente tenemos la actividad de control de producción, con el propósito de llevar a cabo una evaluación de cada uno de los procesos de manufactura realizados en un departamento específico, es decir donde hay transformación de materia prima en producto terminado para su comercialización, se realiza dicha vigilancia. Actualmente son de gran utilidad dos métodos para realizar el control de la producción: MRP (Planeación de recursos de manufactura), y MPS (Plan maestro de producción). (Díaz 1999)

2.3.3.1. Tipos de inventario. Los inventarios se pueden clasificar según la forma en que se crearon, de tal modo que, existen cuatro tipos de inventarios; estos no pueden identificarse por sus características físicas, sin embargo, cada uno de estos cuatro tipos tienen una gestación diferente. Los tipos de inventarios son (Krajewski, Ritzaman y Lalhotra 2008, 547):

- Inventario de Ciclo: Este tipo de inventario consiste en la variación uniforme de la porción del inventario total vs. el tamaño del lote siempre y cuando la tasa de demanda sea constante y uniforme.

- Inventario de Seguridad: Es un excedente de inventario que protege contrala incertidumbre de la demanda, el tiempo de espera y los cambios en el abastecimiento. Este tipo de inventarios es conveniente cuando los proveedores no entregan en la fecha convenida la cantidad solicitada y una calidad aceptable.

- Inventario de Previsión: Este inventario es utilizado para absorber las irregularidades que se presentan en las tasas de demanda y oferta (Proveedores amenazados por huelga, proveedores con limitaciones graves de capacidad).

- Inventario en Tránsito: Es el inventario que se mueve de un punto a otro en un sistema de flujo de materiales.

2.3.3.2 Componentes de un modelo de inventarios.

Los componentes de los inventarios son tres básicamente (Guerrero 2009):

- *Costos*: en cuanto a costos de un sistema de inventarios pueden verse reflejados en: mantenimiento, orden, penalización y variable.
- *Demanda*: hace referencia a la cantidad de unidades proyectadas a vender en un periodo futuro, mas no a la cantidad vendida.

- *Tiempo de anticipación*: tiempo que transcurre entre el momento en que se coloca una orden de pedido y el momento en el que se recibe.

2.3.3.3 Validación de los modelos de inventario. Por lo general cuando se desarrolla un modelo se utiliza sólo una parte previamente seleccionada de los datos históricos. De tal modo que los datos restantes podrían ser utilizados para ver qué tal se hubiera desempeñado el modelo.

Cuando se toma la decisión de validar el modelo por medio haciendo uso de una simulación se usan algunas variables aleatorias basadas en los datos obtenidos, por tal motivo es indispensable que siempre se realice la validación al modelo que se está trabajando. La validación es un proceso importante al construir un modelo, en este proceso es donde toma gran importancia la experticia de los gerentes en los conocimientos de probabilidad, esto con la finalidad de que los cambios o ajustes que se realicen al modelo no afecten la esencia del mismo.

Modelos de pronósticos de series de tiempo: (Eppen, y otros 2000, 618) estos modelos generan pronósticos mediante la extrapolación del comportamiento histórico de valores de una sola variable particular de interés. Los modelos de series de tiempo utilizan una técnica para extrapolar el comportamiento histórico hacia el futuro, lo que podría definirse como que dichas series son llevadas al futuro.

Exploración del comportamiento histórico (Eppen, y otros 2000, 619): Este es el método comúnmente más utilizado, se trata en poca palabras de predecir la historia; en este método se utilizan los valores históricos como entradas de decisión y son comparadas con los parámetros y resultados obtenidos en situaciones similares, en el momento en el cual el modelo esté terminado, se debe llevar a cabo un análisis de los resultados y realizar recomendaciones para la posterior toma de decisiones.

Los resultados obtenidos deben ser comparados después del desarrollo del modelo además debe hacerse uso de otros métodos que complementen y aporten para garantizar la eficiencia del modelo, algunos de los más relevantes se enuncian a continuación: Hacer uso de los datos

históricos para llevar a cabo una “reconstrucción” del pasado con el fin de determinar que tan bien habría resultado, si se hubiese utilizado en aquel momento determinado. Las expresiones matemáticas deben ser consistentes por lo tanto debe hacerse una evaluación minuciosa de las mismas, pueden realizarse variaciones de los parámetros de entrada y comprobar que los parámetros de salida del modelo se comporte lo más cercano a la realidad.

2.3.3.4 Algoritmo de Wagner-Whitin (ww). El objetivo de aplicar este algoritmo es el mismo que se tiene cuando se aplican algunos enfoques heurísticos: minimizar los costos variables, los costos de mantener el inventario y los costos de almacenamiento durante los periodos que se pretenda proyectar. (Sipper 1998, 273)

Este algoritmo tiene un procedimiento de optimización basado en la programación dinámica y se caracteriza por ser bastante versátil ya que se puede aplicar a funciones de costo decrecientes lo cual ocurre cuando los costos por unidad son constantes, o cuando los proveedores asignan descuentos por cantidad.

Para la aplicación de este algoritmo es indispensable tener en cuenta dos condiciones que permiten tener cálculos simplificados: primero que dado un inventario inicial cero, puede satisfacerse la demanda de cualquier periodo, ya sea con una nueva producción o por un pedido de entrada pero nunca se pueden presentar ambos casos. Segundo, este algoritmo permite que la cantidad óptima a producir para un periodo pueda ser cero o satisfacer la demanda exacta para uno o más periodos sucesivos contiguos.

El algoritmo se establece de la siguiente forma:

$$K_{tl} = A + h \left[\sum_{j=t+1}^l (j - t) D_j \right] \quad t = 1, 2, \dots, n; \quad l = t + 1, t + 2, \dots, n$$

Sea K_t el costo de colocar una orden para cubrir la demanda en los periodos $t, t + 1, t + 2, \dots$ suponiendo que el inventario al principio del periodo t y al final el periodo l es cero.

Para determinar el costo mínimo del periodo 1 al l suponiendo que no debe haber inventario restante al final del periodo l . La ecuación estaría dada por:

$$K_t = \min_{t=1,2,\dots,t} \{K_{1-l} + K_{1,l}\}, \quad l = 1, 2 \dots, N$$

La función de costo para un periodo determinado está dada de la siguiente forma:

$$C_i(Z_i) = \begin{cases} 0, & Z_i = 0 \\ C_2 + C_i(Z_i), & Z_i > 0 \end{cases}$$

dónde:

Z = Cantidad ordenada

D= demanda para el periodo i

X = inventario inicial

C= costo de preparación

C= Costo por unidad de almacenamiento

2.3.3.5 Sistema de análisis ABC. Los productos deben ser clasificados para determinar un nivel de control de existencia; con el fin de minimizar los tiempos de control, esfuerzos y costos en el manejo de inventarios. Existen muchos costos dentro de una empresa pero los que se invierten en el control y manejo de las materias primas y productos terminados son incalculables, adicionando el tiempo que esto consume, de cualquier modo es innecesario tener control sobre artículos que realmente no son de gran importancia para un proceso productivo y en general productos cuya inversión no es cuantiosa. (Guerrero 2009, 20-21)

Sin importar el tamaño de la empresa puede verse inmensamente beneficiada al implementar este sistema ya que no solo contara con una mejor rotación, sino que, se minimizaran los costos totales del control de los productos. Es común encontrar en los inventarios de una empresa que de un 10 a 15 % del total de sus artículos representen aproximadamente el 70% del dinero invertido en inventario; y que su mismo inventario del 85 al 90 % de los artículos representen tan solo un 10 a 15 % del capital invertido.

Es por lo anterior que se justifica la aplicación de este sistema de selección, que dentro de su filosofía expresa que: en muchas ocasiones cuesta más el control del inventario que lo que

cuesta el mismo producto que se está controlando. Los artículos o productos según su importancia y valor se pueden clasificar en las tres clases siguientes:

- Tipo A: Aquí se verán los artículos que por su alto costo, mayor inversión en el inventario, grado de utilización o aporte a las utilidades necesitan de un 100% en el control de sus existencias.
- Tipo B: En esta clasificación estarán aquellos productos que son de menor costo y menor importancia; y los cuales requieren un menor grado de control.
- Tipo C: Finalmente aquí se pondrán los productos de menor costo, poca inversión y baja importancia para el proceso productivo; y que tan solo requieren de muy poco control sobre el nivel de sus existencias.

Dentro de los sistemas más comunes utilizados para realizar esta clasificación se encuentran:

- Clasificación por precio unitario
- Clasificación por valor total
- Clasificación por utilización y valor
- Clasificación por su aporte a las utilidades.

2.3.3.6 Sistemas de control de inventario. Un sistema de control de inventarios debe responder a dos preguntas fundamentales: ¿qué cantidad debe pedirse? y ¿cuándo debe hacerse el pedido? Con el fin de elegir el sistema adecuado es vital aclarar si cada uno de los productos corresponde a una demanda dependiente o independiente; los artículos con demanda independiente son los que su demanda se ve afectada por las condiciones del mercado, los de demanda dependiente son los que requieren componentes o insumos para su elaboración. (Krajewski, Ritzaman y Lalhotra 2008, 557)

2.3.3.6.1. Sistema de revisión continua. Como su nombre lo expresa cuando se lleva a cabo un control de inventarios por revisión continua hace un proceso de actualización continua de las unidades existentes para cada uno de los artículos, en el momento en el cual los suministros descienden hasta el denominado *punto de pedido* o *punto de reorden*, se pone una orden para reponer el inventario.

Esta orden consiste en una cantidad fija de material que minimiza los costos totales del inventario. La mayor ventaja de este sistema es que en todo momento se conoce el estado del inventario pero tiene una desventaja y es su costo de mantenimiento debido al monto que se genera por la constante revisión. (Guerrero 2009, 100)

Dentro del sistema anteriormente mencionado se encuentran: la demanda variable y tiempo de anticipación constante que es un sistema bastante empírico ya que la demanda no debe ser determinística (constante), se posee una distribución aproximada de probabilidad y se sabe con exactitud los tiempos de entrega de los proveedores. *La demanda constante y tiempo de anticipación variable* en este sistema la demanda es determinística (constante a través del tiempo) por otra parte el aspecto probabilístico está en función del tiempo que para este caso deja de ser constante, finalmente se encuentra el sistema de la demanda variable y tiempo de anticipación variable este sistema es más engorroso ya que tanto la demanda como tiempo son de tipo probabilístico y deben hallarse los promedios de los dos aspectos para iniciar con el desarrollo del cálculo del sistema. (Guerrero 2009, 118).

2.3.3.6 2. Sistema de revisión periódica. Nuevamente como el nombre lo indica en este sistema se lleva a cabo una revisión periódica de las unidades en existencia de los productos, dejando previamente establecido los periodos de revisión. Deben tenerse en cuenta dos cosas para establecer los periodos de revisión: determinar un nivel de inventario fijo que logre cubrir la demanda hasta la siguiente revisión y el tiempo de espera para la entrega.

La cantidad de artículos a pedir en la orden es proporcional a la cantidad que sea necesaria para volver a la posición del inventario en su nivel establecido como meta. Este sistema se determina partiendo de dos parámetros fundamentales: el tiempo entre las órdenes y la cantidad económica de la orden. Para establecer este sistema en una compañía debe también determinarse un stock de seguridad que sea el suficiente para cubrir la demanda mientras llega el pedido de la orden ya colocada. (Schroeder, Meyer y Rungtusanatham 2011, 371)

2.3.4. Cadena De Suministro. Se entiende por cadena de suministro (SupplyChain, SC) la unión de todas las empresas que participan en producción, distribución, manipulación, almacenaje y comercialización (Soret 2010, 53)

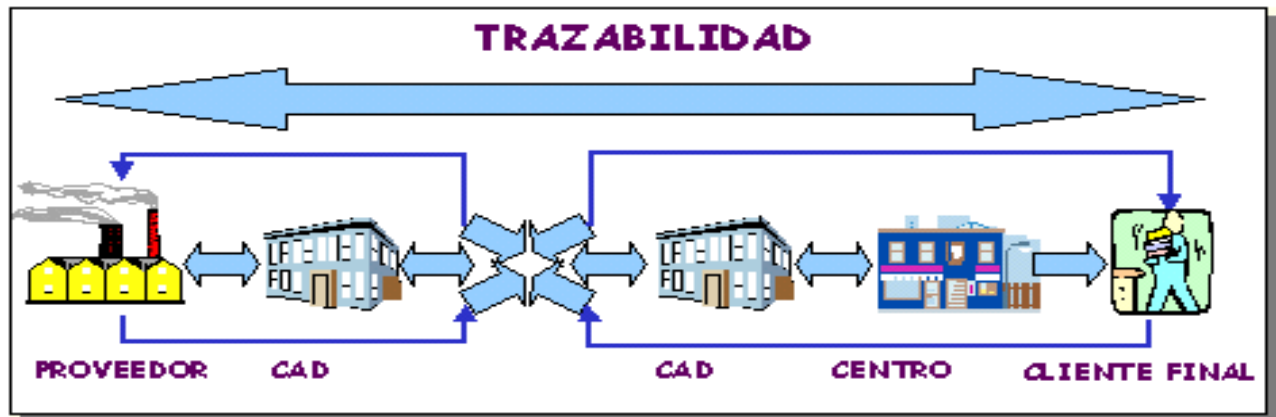
En otros aspectos la cadena de suministro pasa a ser la estrategia global encargada de gestionar conjuntamente las funciones, procesos, actividades y agentes que componen la cadena de suministro. En este sentido, se pretende que cada función, proceso u actividad, o compañía deje de comportarse de una forma aislada, procurando alcanzar sus propios objetivos; se trata de que los agentes que componen la cadena de suministro se embarquen en un proyecto común que permita avanzar a todo el equipo hacia objetivos comunes (Boubeta 2007, 1)

La cadena de suministros, es además una herramienta que se ha hecho fuerte en el marco de las economías globalizadas las cuales, se componen por elementos estratégicos en donde cada función y actividad dentro de la logística organizacional apuntan a cumplir los objetivos de la empresa (Elias 2002). Dentro de la cadena de suministros se incorporan todos los elementos y agentes dentro de un proceso logístico los cuales buscan desarrollar actividades en base al trabajo en equipo para consolidar el alcance de objetivos en común.

La cadena de suministros, permite generar la línea de trazabilidad de un producto, como se evidencia en la figura 6, en donde se incorporan todos los agentes dentro de un canal de distribución, pero en realidad mide la trazabilidad de un producto desde que sale de fábrica. Esto, permite anticipar los costos que tendrá la logística de un producto al ponerlo en manos

del consumidor final, permitiendo así considerar importantes decisiones gerenciales tales como costos de transporte, gastos de intermediación, gastos de almacenamiento, gastos inherentes a la logística, entre otros.

Figura 7. Cadena de Suministros



Fuente: Instituto Aragonés De Fomento, Pilot. Manual Práctico de Logística. Madrid. Price Water House Coopers. 2008 p.10.

2.3.4.1. Gestión de la cadena de suministro. La gestión de la cadena de suministro, tiene el propósito de sincronizar las funciones de una empresa con las de sus proveedores, a fin de acoplar el flujo de materiales, servicios, e información, con la demanda del cliente (Ballou 2004, 5).

Es la coordinación sistemática y estratégica de las funciones de negocio tradicional y de las tácticas utilizadas a través de esas funciones de negocio, al interior de una empresa y entre las diferentes empresas de una cadena de suministro, con el fin de mejorar el desempeño en el largo plazo tanto en las empresas individualmente como en toda la cadena de suministro (Council of logistics management, CLM). En definitiva, es la estrategia a través de la cual se gestionan actividades y empresas de la cadena de suministro (Soret 2010, 53)

La cadena de suministros como bien se ha definido, es un elemento integrado por diversos actores de la logística de una empresa, los cuales buscan integrar de una forma optimizada

en abastecimiento de recursos para la producción de determinados bienes; la gestión de dicha cadena es una decisión estratégica sobre la cual, se busca desarrollar acciones que permitan obtener una cadena que optimice recursos tales como recursos físicos, recursos humanos, recursos financieros y tiempo, en función de una adecuada producción.

Es así como una cadena de suministros no solamente funciona como una estructura de personas y empresas sino que debe ser estructurada de manera que no impida la generación de utilidades y la generación de los beneficios esperados por la organización. El objetivo prácticamente de todas las organizaciones es poder producir al mínimo costo, impactando así de manera positiva en las ganancias de la empresa y por ende en los precios de venta los cuales estimularán a su vez el consumo. (Chávez y Torres 2012, 39)

La gestión de la cadena de suministros, debe verse entonces como una estrategia de optimización en la búsqueda de un beneficio organizacional y un beneficio al consumidor final.

2.3.4.1.1 Compras. Dentro de la función de compras deben llevarse a cabo las siguientes actividades básicas con el fin de realizar un adecuado manejo del inventario (Anaya 2007, 145):

Búsqueda y evaluación de proveedores. Constituye una de las actividades más importantes dentro de la función de compras, tendente a tener una calificación de los proveedores en función de su capacidad de respuesta frente a nuestra empresa.

Mantenimiento de un archivo actualizado de productos con sus características técnicas, códigos de identificación, precio y condiciones de entrega y pago.

Negociación permanente de precios, calidades, presentaciones y plazos de entrega, en función de las previsiones de compra y calificación del proveedor.

Previsión de compras, en sus aspectos tanto técnicos como económicos y financieros.

Planificación de pedidos por artículo y proveedor, determinando los volúmenes de pedidos y fechas de lanzamiento previstas.

Preparación de órdenes de compra, lanzamiento de pedidos y seguimiento de los mismos hasta su recepción y control de calidad en su caso.

Solventar discrepancias en la recepción del producto.

Analizar variaciones en precio, plazos de entrega y calidad.

2.3.5. Logística. La logística se ocupa del proceso de planificación, operación y control del movimiento y almacenaje de mercancías, así como de los servicios e información asociados. (Ballou 2004, 5)

Para las empresas, la logística pretende manejar el flujo de productos, desde el origen hasta la entrega al consumidor final, determinando como y cuando movilizar determinados recursos hacia los puntos donde resulta necesario el suministro.

A través del sistema logístico se pretende atender a la demanda en términos de nivel, localización y temporalidad, y, al mismo tiempo, coordinar de forma óptima el producto, el cliente y el canal de distribución, sin perder de vista aspectos como la rentabilidad o los costes.

2.3.5.1 Componentes de la logística. La logística reúne todas las actividades de gestión que se repiten muchas veces a lo largo de la cadena y a través de la cual se transforman las materias primas en producto final, ya que las fuentes de materia prima, fábricas y puntos de distribución o venta no se encuentran ubicados en un mismo lugar. (Ballou 2004, 7)

Las actividades logísticas varían dependiendo de las características y estructura organizacional de las empresas y estas se clasifican en actividades claves y de soporte que se tendrá en cuenta a continuación con sus respectivas funciones.

Como primera medida debe definirse el concepto de *la carga* que es el conjunto de bienes o mercancías protegidas por un embalaje apropiado que facilita su rápida movilización la

persona a cargo de dicha distribución en una empresa comienza todo el proceso de conformación de la cadena con el estudio de la carga que se va a transportar, y para ello desarrolla tres etapas de análisis. (Castellanos 2009, 20)

Primera etapa del análisis (Castellanos 2009, 22)

Consiste en establecer el tipo de la carga (general o a granel) y la naturaleza de la carga (perecedera, frágil, peligrosa, de dimensión y pesos especiales).

Por su tipo: encontramos que hay carga general y a granel; la carga general puede ser suelta o unitarizada. La carga a granel (maíz, trigo, torta de soya, etc.), o puede ser líquida (petróleo, vino, cerveza, etc.), o gases.

Por su naturaleza: encontramos que puede ser carga perecedera (especialmente alimentos), frágil (vidrio, obras de arte, etc.), peligrosa (municiones, combustibles, químicos, etc.) y dimensiones y pesos especiales (turbinas para hidroeléctricas, plantas eléctricas, etc.).

Segunda etapa de análisis

Consiste en determinar la preparación que la carga precisa (embalaje, mercado y unitarización).

Empaque: lo definimos como el conjunto de materiales que forman la envoltura y armazón de los empaques, tales como papeles, telas, cuerdas, cintas, etc. El empaque es el que asegurara que la mercancía llegue en buen estado a su destino final y deberá ser consistente con la forma, tamaño y peso. Además deberá garantizar un cierto grado de conservación de los materiales que contiene.

Embalaje: tiene por objeto proteger la mercancía durante su transporte, en el transcurso de la manipulación y cuando se realicen almacenamientos preliminares, intermedios y terminales.

Tercera etapa del análisis

Consiste en evaluar las dos modalidades de unitarización (patelización o contenedorización).

Unitarizacion: consiste en agrupar en una sola unidad de carga los bultos argados sobre su plataforma; las estibas o paletas, aceleran la manipulación y simplifican los conteos. Facilitando el transporte de la carga, los almacenajes y distribución y de los productos.

Contenedorizacion: definamos primero al contenedor como un recipiente de transporte; que tiene una calidad duradera y suficientemente resistente para permitir su uso repetitivo, el contenedor esta especialmente concebido para facilitar el transporte de las mercancías, sin rotura de la carga, por uno o varios medios de transporte.

Ahora bien la función principal del transporte contenedorizado de las mercancías es la de garantizar la entrega segura y rápida de esta, así como el ahorro, pues al no ser manipulada la mercancía esta puede ser de menor consistencia y por tanto permitir el uso de embalajes más baratos.

2.3.5.2. Actividades claves de la logística. En la Tabla 4 se enuncian las actividades claves de la logística y la caracterización de cada una de ellas. La adecuada realización de dichas actividades es imprescindible para la gestión de los inventarios al interior de una organización.

Tabla 4. Actividades claves de la logística

El servicio al cliente:	Determinación de las necesidades y deseos del consumidor Determinación de la respuesta del cliente al servicio que se le presta Establecimiento de los niveles de servicio al cliente
El procesamiento de los pedidos:	Procesamiento de interacción entre la gestión de pedidos y la de inventarios Método de transmisión y procesamiento sobre pedidos Reglas para la confección de pedidos
La gestión de inventarios:	Políticas de inventarios a nivel de materias primas y productos semi-terminados, y a nivel de producción final Proyección y programas de ventas Gestión de inventarios en almacenes Número, tamaño y localización de almacenes Estrategias de entrada/salida de productos de almacenes
El transporte:	Selección del modo y medio de transporte Consolidación de envíos Establecimiento de rutas de transporte Gestión de la flota de vehículos de transporte, propia y/o terceros.

Fuente: Gestión Logística de los negocios, Octavio Reyes López. P. 83

2.3.5.3. Actividades de soporte de la logística. En la Tabla 5 se identifican las actividades de soporte de la logística y su caracterización, estas actividades permiten a las empresas establecer políticas de inventarios para gestionar las actividades claves.

Tabla 5. Actividades de soporte de la logística

El almacenamiento:	Determinación del espacio de almacenamiento Diseño de almacén y de los muelles de carga y descarga Configuración del almacén Ubicación de los productos en el almacén
El manejo de las mercancías:	Selección del equipo Procedimientos de preparación de pedidos/lotos Almacenamiento y recuperación de mercancías
El diseño de envase, empaque y embalaje:	Diseño en función al manejo del producto Almacenamiento Nivel de protección al producto
La gestión de la información a las mercancías (materias primas, productos semi-terminados, producto final):	Recolección, almacenamiento y tratamiento Análisis de datos Procedimiento de control

Fuente: Gestión Logística de los negocios, Octavio Reyes López. P. 83

2.3.6. Distribuciones de probabilidad. La distribución de probabilidad evidencia los resultados esperados al realizar un experimento, además de la probabilidad esperada para cada uno de ellos, es decir, los valores posibles de una variable junto con su respectiva probabilidad, según el autor.

La distribución de probabilidad debe cumplir con las condiciones que se mencionan a continuación:

Para todos los valores de X $P(x) \geq 0$ y $\Sigma(x) = 1$.

En las cuales se establecen variables aleatorias, las cuales se caracterizan por ser aquellas en las que sus valores están determinados por factores en los que interviene el azar. Dentro de estas variables a su vez se encuentran dos tipos:

- Las variables aleatorias discretas, que no son mas que las que se pueden contar y puede asumir un número finito de valores, por ejemplo el número de piezas defectuosas que se producen a diario en una fábrica. Entre los modelos que se utilizan para las distribuciones discretas están: Bernoulli, binomial, multinomial, hipergeométrica, Poisson y exponencial.
- Por otra parte se encuentran las variables continuas que son aquellas que pueden asumir cualquier valor dentro de un determinado intervalo, es decir, comprende un número infinito de valores posibles. El modelo más importante que se maneja para este tipo de variables es la distribución normal. (B. C. Martínez 2011, 213)

Distribución Normal

En 1733 Abraham de Moivre descubrió lo que se denominaría distribución normal, esta se caracteriza por manejar variables aleatorias continuas, Carl Friedrich Gauss formulo y utilizo su función de densidad de la siguiente forma:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{\frac{-(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

donde:

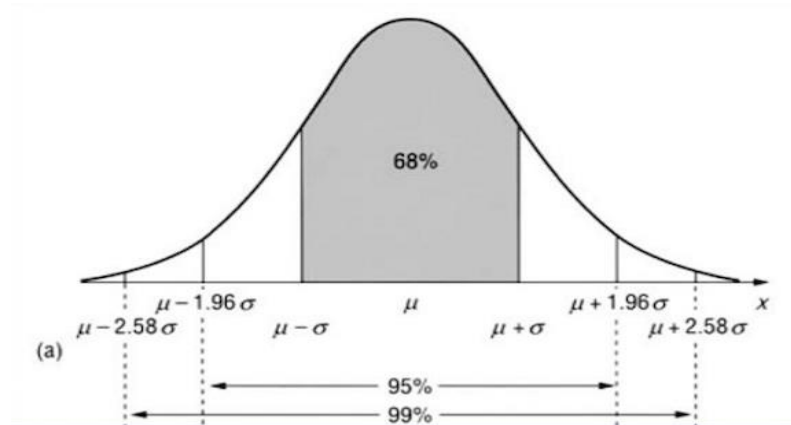
μ : la media de una distribución binomial

σ : la desviación estándar de una distribución binomial

e : número de Euler, siendo $e = 2,71828$ de los logaritmos neperianos.

La figura 8 describe el comportamiento de una distribución normal es conocida como la campana de Gauss

Figura 8. Grafico Distribución Normal



Fuente: MARTÍNEZ BENCARDINO, Ciro. Estadística aplicada. Primera Edición. Bogotá D.C.: Prentice Hall, 2011. p. 220

Donde el gráfico se caracteriza por:

- a) la curva es simétrica con respecto al promedio,
- b) la mediana, media y moda coinciden y son iguales a μ ,
- c) es asintótica respecto al eje X , es decir, los extremos de la curva se acercan pero no la tocan,
- d) el área total bajo la curva de probabilidad es 1
- e) La probabilidad que X tome valores en un intervalo, es igual al área sombreada bajo la curva
- f) La probabilidad de que X tome valores exactos es cero.

Distribución Poisson

Esta distribución está considerada como parte de la distribución binomial y fue llamada así por Simeón Denis Poisson un probabilista francés que llevó a cabo sus investigaciones en siglo XIX. El planteamiento del problema de esta distribución es parecido al binomial pero cambian algunos aspectos. Se utiliza la siguiente formula:

$$P(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$$

Donde:

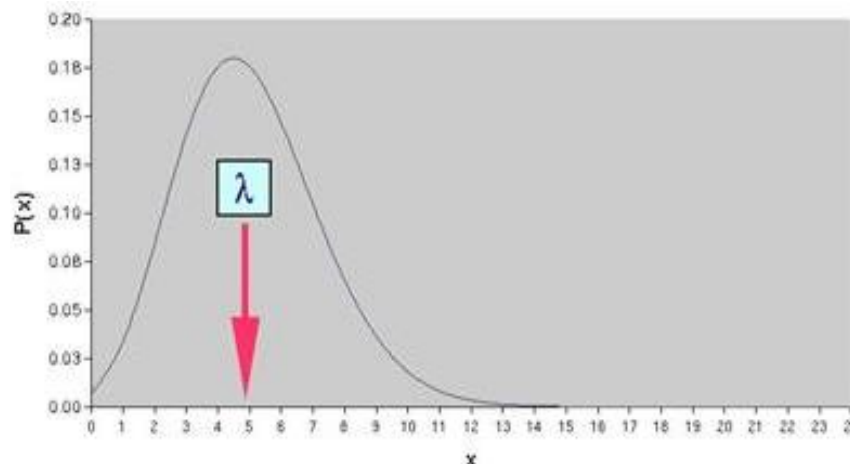
X es el número de éxitos

$e = 2,71828$

$\lambda = np$

Su representación gráfico se ilustra en la figura 9.

Figura 9. Grafico distribución de Poisson



Fuente: (B. C. Martínez 2011, 216)

Existen dos condiciones para poder aplicar la distribución Poisson:

- Se aplica únicamente a aquellos sucesos que son considerados como raros, que tienen muy poca ocurrencia, lo que hace que su probabilidad de ocurrir sea tan pequeña que tienda a cero.
- El número de ensayos o pruebas es grande.

2.4 Marco Conceptual

El desarrollo de la presente investigación, requiere aclarar una serie de conceptos, los cuales emergen para dar respuesta a las diversas inquietudes que puedan darse frente a la identificación de problemáticas en la empresa Vivas Motor; tratando de dar claridad a la investigación, soportado en diversos marcos de referencia, a continuación se hace una representación breve acerca de los conceptos más importantes para la comprensión de la investigación y por ende de la problemática u objeto de estudio.

Inventario. “Un inventario representa la existencia de bienes muebles e inmuebles que tiene la empresa para comerciar con ellos, comprándolos y vendiéndolos tal cual o procesándolos primero antes de venderlos, en un período económico determinado. (Filcun 2010)

Costo de almacenamiento y mantenimiento. Es la suma de todos los costos proporcionales a la cantidad de inventario disponible físicamente en cualquier punto en el tiempo. (Steven 2007, 120)

Demanda. Es el número de unidades que se proyecta vender en un periodo futuro de un determinado artículo, no la cantidad vendida; “esta puede variar según el entorno y la presentación del artículo concreto (unidades, centenas, litros, kilogramos, etc.) (Guerrero 2009, 19)

Costo de colocar pedido. Es el costo generado en una solicitud de reaprovisionamiento de existencias puede comprender desde el papel utilizado para la misma hasta todos los costos de preparación.

Stock. Es una provisión de artículos a la espera de su posterior utilización, se tiene en la empresa con la finalidad de que los artículos estén para el cliente o para su utilización en el momento preciso. (Zipper 1999, 248)

Tiempo de anticipación. Este es el tiempo que pasa entre el momento en que se coloca una orden de compra o producción y el instante en que se recibe la compra o inicia la producción. (Guerrero 2009, 19)

Clasificación ABC: Este es un sistema de clasificación de productos para fijarles un determinado nivel de control de existencia, con el fin de reducir tiempos de control, esfuerzos y costos en el manejo de inventarios. (Guerrero 2009, 20)

Costo de penalización: Son costos asociados a la situación que desencadena el hecho de no poder satisfacer la demanda del cliente por no tener existencias del artículo o producto solicitado.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Diagnóstico general

Para llevar a cabo la correcta identificación de la situación actual y problemas que aquejan a la empresa Vivas Motor, se procedió a realizar varios análisis con múltiples herramientas que permitieron tener una visión amplia y veraz de la misma, una de las herramientas empleadas fue una encuesta, que se aplicó en las múltiples visitas que se realizaron a la empresa y en las cuales se tuvo la oportunidad de entrevistar a las personas que están directamente relacionadas con el área de inventarios.

A continuación se desarrolla la matriz DOFA que da la posibilidad de analizar los factores internos y externos que afectan a la empresa, apoyados en cuatro características básicas: debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas. Posteriormente se analizan los datos históricos de unidades vendidas por producto ejecutando el método de clasificación ABC, del cual se extraerán los productos clasificados como tipo A para continuar con el desarrollo del trabajo de investigación. Habiendo identificado los productos en mención, se procede a analizar sus respectivos datos históricos con el fin de identificar el tipo de distribución a la cual pertenecen; las distribuciones que no sean de comportamiento normal se someterán a métodos de pronóstico, acto seguido se realiza la presentación de los modelos seleccionados y se determinan las variables necesarias para cada modelo, finalmente se analizan los indicadores de gestión para culminar así con la investigación.

3.1.1 Sistema para el control de inventarios. El sistema de control de inventarios de Vivas Motor, se encuentra estructurado por una base de datos de proveedores previamente seleccionados para el cumplimiento de los requisitos establecidos al momento de la compra. Vivas Motor no posee un sistema que le permita obtener información automática de las compras realizadas para hacer el seguimiento y/o re-evaluación de proveedores o contratistas con el fin de generalizar un plan de aprovisionamiento estructurado por el área de Compras.

El plan de selección de proveedores se realiza con base en las necesidades de compra y abastecimiento de repuestos y/o autopartes. Es imprescindible hacer una evaluación de la capacidad como proveedor de acuerdo a los requisitos y necesidades de Vivas Motor y con base en dicha información tomar la decisión de incluirlo o no en el sistema.

La compañía debe, en adelante, relacionar las situaciones de compras de productos en dos categorías, a su vez, especificar el posible evento donde se pueden presentar las necesidades de un bien o servicio:

- a. Compra por primera vez
- b. Compras para productos de rutina

En el primer escenario están ubicadas aquellas necesidades de compras que son nuevas para la compañía y que no están incluidas en los portafolios de los proveedores, para este caso y según el nivel de incertidumbre por tratarse de un producto nuevo, se debe hacer un análisis previo con el fin de establecer las variables a controlar en la negociación.

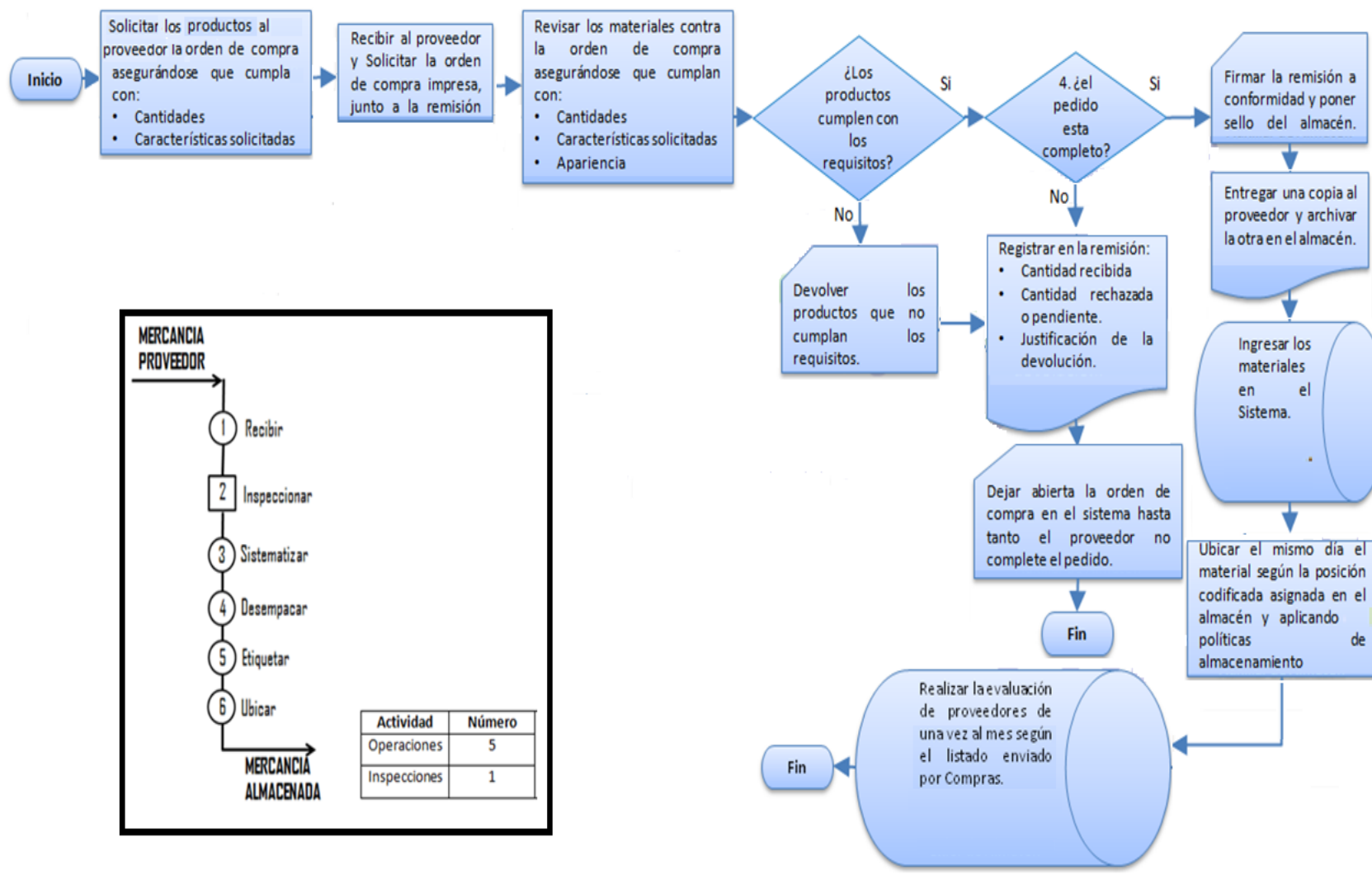
Para el caso de las compras de productos de rutinas se debe realizar el siguiente procedimiento.

- Realizar y verificar la solicitud de compra, por los tres trabajadores que intervienen en la operación (bodeguero, supervisor de bodega y gerente) donde se registran y especifican todas las características del producto o servicio que sea necesario comprar.
- Recibir la mercancía solicitada al proveedor previamente seleccionado que, además, debe venir acompañada de los soportes documentales competentes, tales como:
 - Orden de Compra
 - Remisión del Proveedor
- Revisar los productos, deben cumplir con las características mínimas que se solicitaron.
- Aquellos productos que no cumplan con los requerimientos deben ser devueltos siguiendo el procedimiento especificado. (gráfico)

- Recibir los productos a conformidad dejando soporte de ello.
- Registrar el ingreso de los productos al sistema de control.
- Ubicar los productos en la bodega.

A continuación (gráfico 24) se detalla el mapa de proceso para el sistema de control de inventarios propuesto para la empresa Vivas Motor.

Figura 10. Mapa de proceso propuesto control de inventarios



Fuente: el autor, 2017

3.1.2 Encuesta. Con el fin de adquirir un conocimiento más amplio de la situación de la empresa Vivas Motor, se realizó un formato de encuesta evidenciado en la Tabla 6, que permite conocer a profundidad como se manejan los procesos y procedimientos del área de inventarios, para su posterior aplicación a los trabajadores de la empresa quienes tienen el conocimiento suficiente para determinar cuáles son las técnicas de control de inventarios, la existencia o insuficiencia de los mismos en la empresa y demás temas relación que se profundizan a continuación; inicialmente se plantea la dicha técnica de la encuesta para la ejecución de la misma:

Figura 11. Ficha técnica de la encuesta



Fuente: el autor, 2017

Tabla 6. Encuesta aplicada a los trabajadores de Vivas Motor

ENCUESTA PARA VIVAS MOTOR.

Por favor marque con una X la opción que más se acerque a la realidad.

1. ¿Bajo su concepto en la empresa Vivas Motor se llevan a cabo controles de registros de los artículos que se encuentran en el almacén?
A. Si
B. No
2. ¿Cuándo los artículos ingresan al almacén de Vivas Motor se llevan a cabo registros de control?
A. Si
B. No
3. ¿Cuándo los artículos salen del almacén de Vivas Motor se llevan a cabo registros de control?
A. Si
B. No
4. ¿Se han registrado pérdidas de artículos obsoletos en el almacén de Vivas Motor?
A. Si
B. No
5. Los principales beneficios que obtienen los clientes cuando han llevado a cabo una buena compra bajo su concepto serian:
A. Calidad – servicio
B. Precio – tiempo de entrega
C. Todas las anteriores
6. ¿Se ha establecido un método específico que le permita a la empresa a conocer los costos reales de sus procesos?
A. Si
B. No
7. ¿Con qué frecuencia se realizan órdenes de compra para artículos nacionales?
A. Según las necesidades

- B. Semanal
- C. Mensual
- D. Trimestral

8. ¿Bajo su concepto es importante que se aplique una técnica para realizar las órdenes de pedido con el fin de dar cumplimiento a los pedidos de los clientes?

- A. Si
- B. No

9. ¿Qué políticas manejan los proveedores en cuanto a las condiciones de pago?

- A. Contado
- B. Crédito a 30 días
- C. Crédito a 60 días
- D. Crédito a 90 días
- E. Todas las anteriores

10. ¿Qué beneficios ofrece el proveedor seleccionado al realizar un contrato a largo plazo con VivasMotor?

- A. Precio
- B. Calidad
- C. Tiempo
- D. Todas las anteriores

11. ¿Cada cuánto se realiza control de inventarios físicos de los artículos en bodega?

- A. Semanal
- B. Mensual
- C. Trimestral
- D. Semestral

12. ¿Se almacenan las existencias de una manera ordenada y sistemática?

- A. Si
- B. No

Fuente: el autor, 2015

Cada pregunta ha sido formulada con un objetivo claro y su resultado fue detallado como se evidencia a continuación en el análisis:

- OBJETIVO: conocer si la empresa Vivas Motor ejecuta técnicas de control para los productos almacenados.

¿Pregunta 1: ¿Bajo su concepto en la empresa Vivas Motor se llevan a cabo controles de registros de los artículos que se encuentran en el almacén?

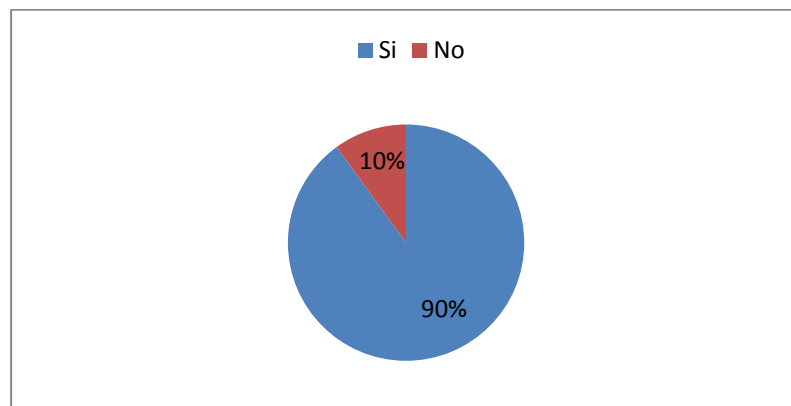
Las respuestas que dieron los trabajadores de Vivas Motor a esta pregunta se evidencian en la tabla 7 y a su vez de forma ilustrada en el grafico 1.

Tabla 7. Técnicas de control de artículos en bodega.

OPCIÓN	PORCENTAJE
Si	20%
No	80%

Fuente: Entrevista Vivas Motor 2016

Gráfico 1. Técnicas de control de artículos en bodega



Fuente: el autor 2016

Análisis pregunta 1: Con respecto a las respuestas de los encuestados puede concluirse que los trabajos de Vivas Motor en su mayoría son conscientes de los controles que se llevan a cabo para los artículos en bodega.

- OBJETIVO: determinar si al interior de Vivas Motor se llevan a cabo controles de registro de entrada de productos.

Pregunta 2: ¿Cuándo los artículos ingresan al almacén de Vivas Motor se llevan a cabo registros de control?

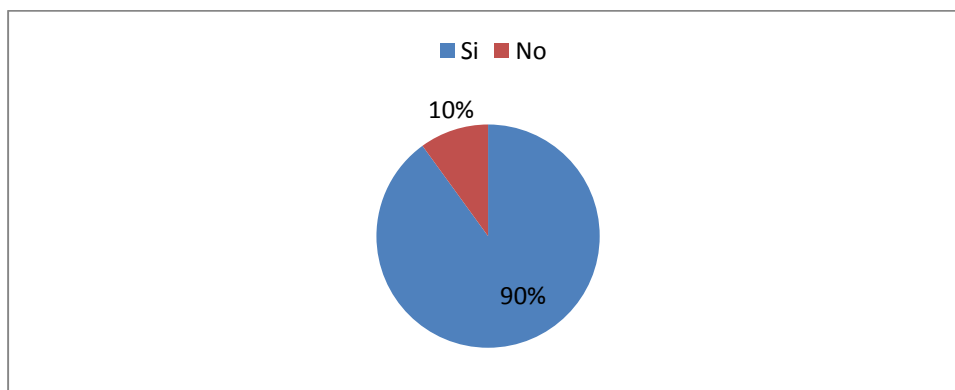
Las respuestas que dieron los trabajadores de Vivas Motor a esta pregunta se evidencian en la tabla 8 y a su vez de forma ilustrada en el gráfico 2.

Tabla 8. Registro del ingreso de artículos a bodega.

OPCIÓN	PORCENTAJE
Si	100%
No	0%

Fuente: Entrevista Vivas Motor 2016

Gráfico 2. Registro del ingreso de artículos a bodega.



Fuente: el autor 2016

Análisis pregunta 2: los trabajadores en su totalidad tienen claridad acerca del proceso de registro de entrada de productos a la empresa Vivas Motor.

- OBJETIVO: determinar si al interior de la empresa Vivas Motor se llevan a cabo controles para el registro de salida de productos.

Pregunta 3: ¿Cuándo los artículos salen del almacén de Vivas Motor se llevan a cabo registros de control?

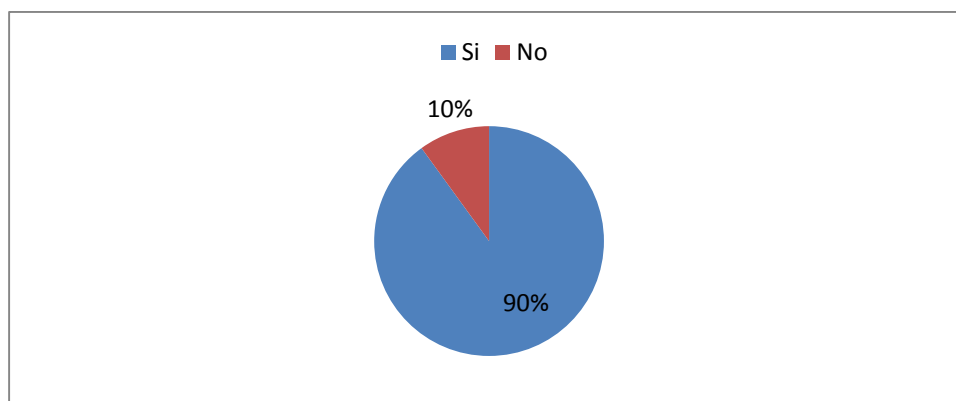
Las respuestas que dieron los trabajadores de Vivas Motor a esta pregunta se evidencian en la tabla 9 y a su vez de forma ilustrada en el gráfico 3.

Tabla 9. Registro de salida de artículos de bodega

OPCIÓN	PORCENTAJE
Si	90%
No	10%

Fuente: Entrevista Vivas Motor 2016

Gráfico 3. Registro de salida de artículos de bodega



Fuente: el autor 2016

Análisis: Es de total conocimiento por parte de los trabajadores de la empresa que cuando un producto sale del almacén se realiza un proceso para el registro de la operación.

- OBJETIVO: determinar si en algún momento se han registrado pérdidas de uno o más artículos dentro del establecimiento por obsolescencia.

Pregunta 4: ¿Se han registrado pérdidas de artículos obsoletos en el almacén de Vivas Motor?

Las respuestas que dieron los trabajadores de Vivas Motor a esta pregunta se evidencian en la tabla 10 y a su vez de forma ilustrada en el gráfico 4.

Tabla 10. Obsolescencia de artículos

OPCIÓN	PORCENTAJE
Si	30%
No	70%

Fuente: Entrevista Vivas Motor 2016

Gráfico 4. Obsolescencia de artículos



Fuente: el autor 2016

Análisis: el 70% de los trabajadores de Vivas Motor manifiesta que ocurrían un bajo número de pérdidas de repuestos por obsolescencia ya que por lo general se adquieren los mismos productos y solo se realiza reposición de los que se venden.

- OBJETIVO: determinar los requerimientos más representativos para la empresa en el momento en el cual se va a realizar una compra.

Pregunta 5: Los principales beneficios que obtienen los clientes cuando han llevado a cabo una buena compra bajo su concepto serían:

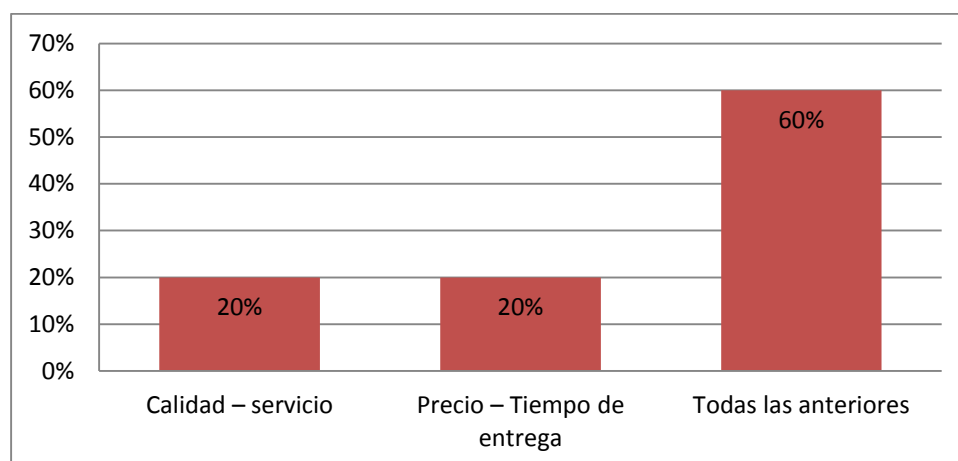
Las respuestas que dieron los trabajadores de Vivas Motor a esta pregunta se evidencian en la tabla 11 y a su vez de forma ilustrada en el gráfico 5.

Tabla 11. Características para elección de proveedores.

OPCIÓN	PORCENTAJE
Calidad – servicio	20%
Precio – Tiempo de Entrega	20%
Todas las anteriores	60%

Fuente: Entrevista Vivas Motor 2016

Gráfico 5. Características para elección de proveedores.



Fuente: el autor 2016

Análisis: Con respecto a los resultados arrojados después de la aplicación de la encuesta y en referencia a la pregunta anterior se puede determinar que los trabajadores de Vivas Motor estar conscientes de la importancia de cada aspecto para la elección de los proveedores.

- OBJETIVO: Establecer si la empresa aplica algún tipo de métodos para determinar los costos en los que incurren por concepto de operacionalidad.

Pregunta 6: ¿Se aplica un método específico que le permita a la empresa a conocer los costos reales de sus procesos?

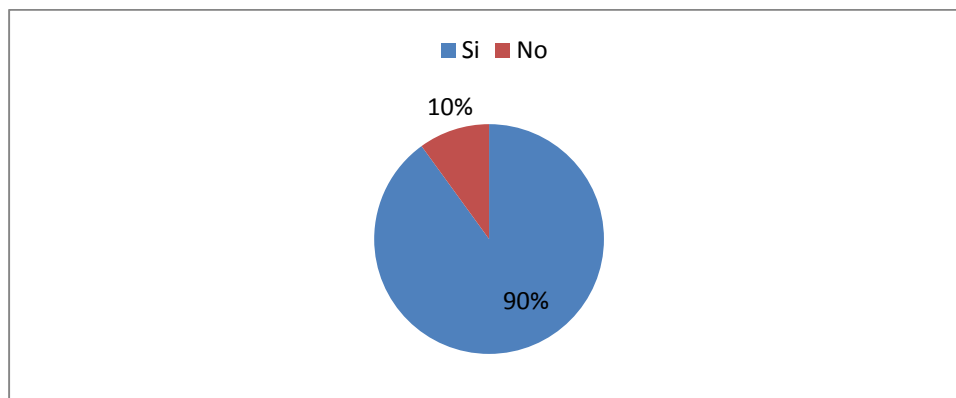
Las respuestas que dieron los trabajadores de Vivas Motor a esta pregunta se evidencian en la tabla 12 y a su vez de forma ilustrada en el gráfico 6.

Tabla 12. Métodos para el cálculo de los costos de operación

OPCIÓN	PORCENTAJE
Si	10%
No	90%

Fuente: Entrevista Vivas Motor 2016

Gráfico 6. Métodos para el cálculo de los costos de operación



Fuente: el autor 2016

Análisis: Por los datos arrojados al realizar la pregunta a los trabajadores de Vivas Motor puede concluirse que no se realizan cálculos para determinar los costos operacionales ni existen métodos alternos que permitan establecerlos.

- OBJETIVO: Establecer con qué frecuencia empresa Vivas Motor realiza compras de artículos nacionales.

Pregunta 7: ¿Con que frecuencia se realizan órdenes de compra para artículos nacionales?

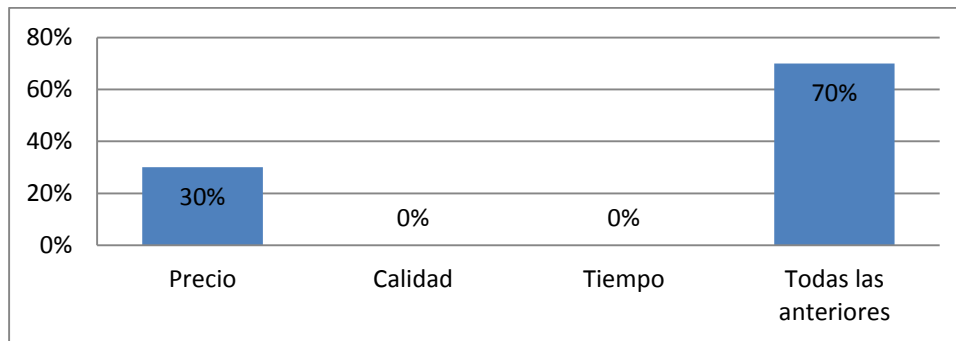
Las respuestas que dieron los trabajadores de Vivas Motor a esta pregunta se evidencian en la tabla 13 y a su vez de forma ilustrada en el gráfico 7.

Tabla 13. Frecuencia de compra de artículos nacionales

OPCIÓN	PORCENTAJE
Necesidades	40%
Semanal	40%
Mensual	20%
Trimestral	0%

Fuente: Entrevista Vivas Motor 2016

Gráfico 7. Frecuencia de compra de artículos nacionales



Fuente: el autor 2016

Análisis: Se evidencia que las necesidades de la empresa se intentan suplir con inmediatez y que los pedidos que no se realizan por necesidad inmediata, se realizan por general semanalmente, lo cual debe reevaluarse teniendo en cuenta los costos en los que incurren por conceptos asociados al proceso.

- OBJETIVO: Determinar si los trabajadores están conscientes de la necesidad de establecer una técnica para la ejecución de las órdenes de compra

Pregunta 8: ¿Bajo su concepto es importante que se aplique una técnica específica para llevar a cabo las órdenes de pedido con el fin de dar cumplimiento a los requerimientos de los clientes?

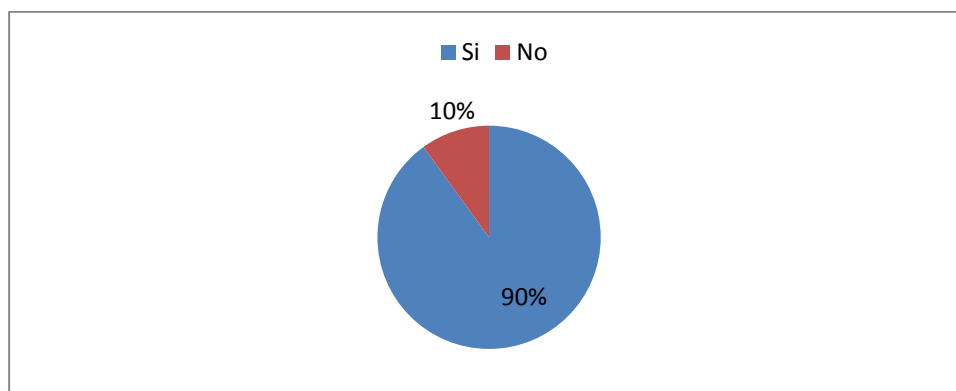
Las respuestas que dieron los trabajadores de Vivas Motor a esta pregunta se evidencian en la tabla 14 y a su vez de forma ilustrada en el gráfico 8.

Tabla 14. Órdenes de compra

OPCIÓN	PORCENTAJE
Si	70%
No	30%

Fuente: Entrevista Vivas Motor 2016

Gráfico 8. Ordenes de Compras



Fuente: el autor 2016

Análisis: Después de tabular los datos se corroboró que los trabajadores y directivos de la empresa que fueron encuestados están dispuestos y consideran necesario aplicar técnicas para efectuar órdenes de compra.

- OBJETIVO: Determinar las políticas de crédito que están establecidas para el pago de mercancía a los proveedores.

Pregunta 9: ¿Qué políticas se han establecido previamente con los proveedores en cuanto a las condiciones de pago de pedidos?

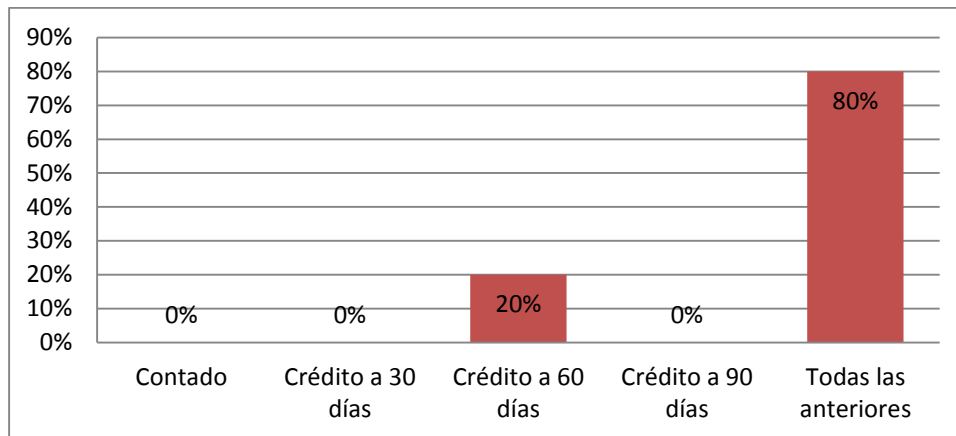
Las respuestas que dieron los trabajadores de Vivas Motor a esta pregunta se evidencian en la tabla 15 y a su vez de forma ilustrada en el gráfico 9.

Tabla 15. Política de pago a proveedores

OPCIÓN	PORCENTAJE
Contado	0%
Crédito a 30 días	0%
Crédito a 60 días	20%
Crédito a 90 días	0%
Todas las anteriores	80%

Fuente: Entrevista Vivas Motor 2016

Gráfico 9. Política de pago a proveedores



Fuente: el autor 2016

Análisis: Las modalidades de pago a proveedores son muy diversas por lo que muestran los datos arrojados, después de haber tabulado los resultados se evidencia que Vivas Motor maneja todas las modalidades de pago a sus proveedores lo cual también sugiere que la cantidad de proveedores es amplia.

- OBJETIVO: Determinar qué beneficios obtiene Vivas Motor de sus proveedores al cerrar una operación.

Pregunta 10: ¿Qué beneficios ofrece el proveedor seleccionado al realizar un contrato a largo plazo con Vivas Motor?

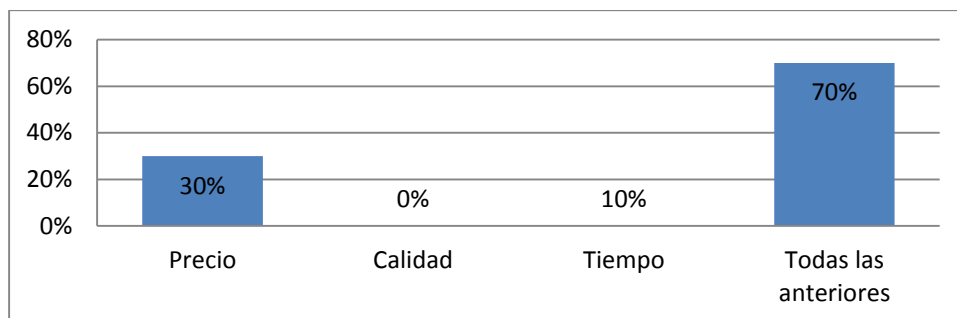
Las respuestas que dieron los trabajadores de Vivas Motor a esta pregunta se evidencian en la tabla 16 y a su vez de forma ilustrada en el gráfico 10.

Tabla 16. Beneficios otorgados por los proveedores a Vivas Motor

OPCIÓN	PORCENTAJE
Precio	30%
Calidad	0%
Tiempo	10%
Todas las anteriores	60%

Fuente: Entrevista Vivas Motor 2016

Gráfico 10. Beneficios de contrato a largo plazo



Fuente: el autor, 2016

Análisis: Para los directivos de la empresa es muy importante las garantías que ofrezca un proveedor con el que se mantendrá una relación a largo plazo como se evidencia en los resultados que arrojó la pregunta anterior.

- OBJETIVO: Determinar cada cuanto se realiza revisión de inventario físico en la empresa Vivas Motor

Pregunta 11: ¿Cada cuánto se realiza control de inventarios físicos de los artículos en bodega?

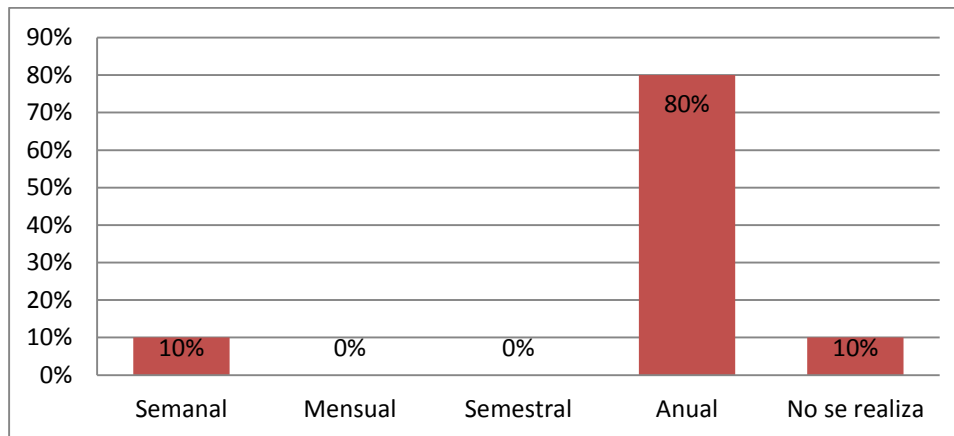
Las respuestas que dieron los trabajadores de Vivas Motor a esta pregunta se evidencian en la tabla 17 y a su vez de forma ilustrada en el gráfico 11.

Tabla 17. Revisión de Inventarios físicos

OPCIÓN	PORCENTAJE
Semanal	10%
Mensual	0%
Semestral	0%
Anual	80%
No se realiza	10%

Fuente: Entrevista Vivas Motor 2016

Gráfico 11. Revisión de inventarios físicos



Fuente: el autor 2016

Análisis: Cuando se realizaba esta pregunta a los encuestados en su mayoría manifestaban que aunque no se llevaba a cabo un conteo de artículos de forma manual, el gerente de la empresa siempre tuvo claridad de cuáles repuestos había en la bodega de su empresa y las cantidades aproximadas de los mismos en sus inventarios, pero con los resultados anteriores se evidencia que los controles son mínimos e incluso inexistentes.

- OBJETIVO: Determinar si se ha establecido con anterioridad un procedimiento para la clasificación de los artículos en la bodega de la empresa

Pregunta 12: ¿Se almacenan los repuestos de una manera ordenada y sistemática en la bodega de la empresa?

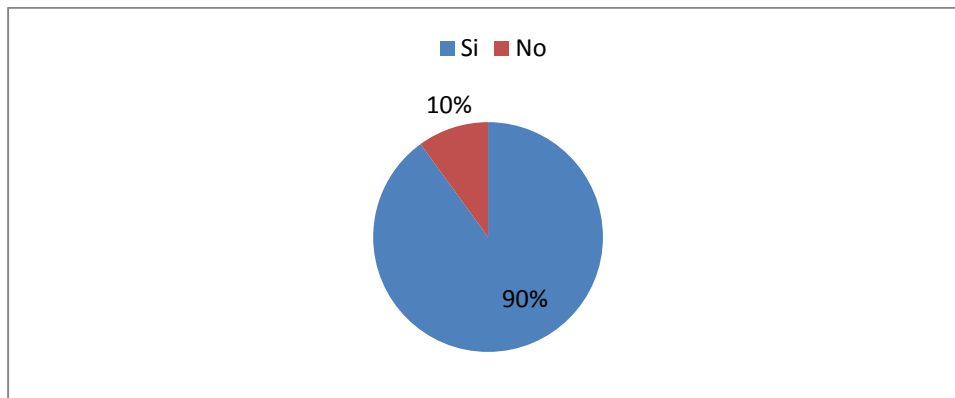
Las respuestas que dieron los trabajadores de Vivas Motor a esta pregunta se evidencian en la tabla 18 y a su vez de forma ilustrada en el gráfico 12.

Tabla 18. Distribución y orden de artículos en bodega

OPCIÓN	PORCENTAJE
Si	90%
No	10%

Fuente: Entrevista Vivas Motor 2016

Gráfico 12. Almacenamiento de productos



Fuente: el autor 2016

Análisis: Los trabajadores y directivos de la empresa, en su mayoría, manifiestan que la bodega esta ordenada de una forma sistemática y la clasificación de los productos al interior de la misma se llevan a cabo con especificaciones preestablecidas.

Ficha técnica de la encuesta:

Objetivo: Obtener información sobre el manejo de los inventarios de la compañía con el fin de contextualizar la investigación.

Grupo objetivo: Población general, hombres y mujeres que laboran al interior de la organización.

Técnica: Entrevistas personales, en las instalaciones de la empresa con aplicación de un cuestionario estructurado.

Muestra: Se realizaron encuestas a la totalidad del personal.

Fechas de campo: Del 1 al 5 de febrero de 2016.

.

3.1.2.1 Hallazgos generales de la encuesta. Esta encuesta se llevó a cabo por dos motivos fundamentales, el primero de ellos es conocer la percepción de los trabajadores de la empresa con relación al manejo de los inventarios y el segundo, comprender como se lleva a cabo el manejo de las existencias de los diferentes productos que se comercializan, teniendo como fin último realizar un análisis que permita determinar cuál sería la mejor opción en particular para esta compañía.

A partir de las encuestas realizadas a los trabajadores y directivos puede concluirse que aunque es clara la forma de registro tanto de entrada como de salida de productos no existe un parámetro que permita definir el número de unidades a pedir, la revisión de inventarios se lleva a cabo manualmente y una vez al año, por cual es incierto el número de unidades en bodega, finalmente, al no tener definido como se calculan los costos de ordenar es de esperar que se presenten sobrecostos.

Se evidencian serias falencias con respecto a la percepción de organización de los inventarios; a pesar de que existen controles de ingreso y salida, se han generado mermas, lo cual permite identificar que existen debilidades en la identificación de las unidades en existencia, sin embargo y a pesar de ésta problemática la empresa continúa realizando la gestión de sus inventarios anualmente. Se evidencia a su vez que las compras se ejecutan conforme a las necesidades por lo cual, no existe una estructura organizada de requerimientos, lo cual podría retrasar sus procesos y la oferta de productos a sus clientes.

En términos generales se evidencia que la empresa no cuenta con un sistema de control de inventarios lo suficientemente eficaz para que haya un control real de las unidades en bodega, contrario a ello, se percibe desorganización y una metodología de control de existencias bastante “artesanal”.

3.1.3 Matriz DOFA. Teniendo en cuenta la información obtenida con la aplicación de la encuesta al interior de Vivas Motor y la referenciación del sector de las autopartes en Colombia, se procedió a desarrollar la matriz DOFA de la empresa. En la Tabla 19 se identificaron las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas que afectan positiva o negativamente el funcionamiento de la misma.

Tabla 19. Matriz DOFA Vivas Motor

<i>Variables Internas</i>	<i>Variables Externas</i>
<i>Debilidades</i>	<i>Amenazas</i>
<p>Carencia de un sistema de inventarios. Faltantes en productos específicos. Mínima rotación de productos específicos. Grandes inversiones en artículos con pocos rendimientos. No se realiza un adecuado control de inventario. Inexistencia de stocks de seguridad. No se capacita ni entrena al personal.</p>	<p>Alto nivel de competencia en el sector. Aumento del número de competidores en el sector. Tratados internacionales de libre comercio. Costos de los fletes. Bajo nivel de satisfacción del cliente. La legislación está en constante cambio. Aumento en las ventas de productos genéricos o usados.</p>
<i>Fortalezas</i>	<i>Oportunidades</i>
<p>Garantía y servicio postventa. Diversidad de productos. Ubicación en el sector. Inventario de productos originales con garantía de calidad. Asesoramiento al cliente. Capacidad de adaptación a las necesidades del cliente. Prevención ante situaciones de riesgo. Fidelización de clientes.</p>	<p>Incursión internacional gracias a nuevos tratados. Un evidente aumento de la demanda. Mayor cantidad de importaciones. Alianzas interinstitucionales. Avances tecnológicos para el campo administrativo. Capacitación y entrenamiento al personal. Aumento en los rendimientos gracias a las nuevas prácticas logísticas.</p>

Fuente: el autor 2016

Teniendo en cuenta los elementos identificados en la matriz DOFA, a continuación se relacionan las estrategias generadas a partir del análisis desarrollado:

ESTRATEGIA FO: Incrementar la cartera de clientes a través de la capacitación del recurso humano de la organización; dicha capacitación deberá incluir formación en servicio al cliente y formación técnica; este entrenamiento permitirá que en primer lugar se haga una comunicación eficiente hacia los clientes en materia de los productos y servicios ofrecidos, siendo necesario destacar la calidad y originalidad de las referencias ofrecidas, así mismo, se podrá hacer provecho de la capacidad de la organización de importar mayor cantidad de productos gracias a los nuevos tratados. La posibilidad de incrementar la oferta incrementará a su vez la capacidad de la organización para incrementar su demanda y abastecerla sin problemas.

ESTRATEGIA FA: Aprovechar la capacidad de la organización en términos de oferta de productos originales sobre los cuales se puede ofrecer una verdadera garantía para atraer clientes bajo la promesa de calidad; para esta estrategia, la compañía podrá incentivar a través de sus colaboradores y a través de redes sociales un mensaje contundente con respecto a las ventajas de comprar productos en Vivas Motor especialmente por la garantía. Es necesario a su vez crear alianzas estratégicas con los intermediarios como lo son en este caso los mecánicos, con quienes se podrán manejar descuentos especiales; así mismo, con este mercado se podrá manejar una persuasión diferente en tanto la garantía de los repuestos empleados será también la garantía del trabajo realizado.

ESTRATEGIA DO: Implementar un sistema de inventarios que permita mantener un stock de productos en primer lugar suficiente y en segundo lugar acorde con las necesidades del mercado, de ésta manera se podrá evitar la baja rotación de algunas referencias de producto, la baja capacidad de respuesta al cliente al no contar con las referencias de mayor rotación y por supuesto se podrá hacer mejor uso de las oportunidades que brindan los tratados de libre comercio con respecto a la adquisición al por mayor de los productos que son realmente importantes para el ejercicio comercial de la empresa.

ESTRATEGIA DA: Con el ánimo de contrarrestar las posibles dificultades estratégicas generadas por el incremento de la competencia y por la alta exigencia de los clientes y del mercado, se hace necesario iniciar un plan estratégico y administrativo que incluya la gestión eficiente de los recursos, de ésta manera se propone la implementación de un sistema de control de inventarios el cual permita dar respuesta eficiente a los requerimientos de los clientes, satisfacer las necesidades de clientes prospecto y finalmente, gestionar de manera

eficiente los inventarios disponibles de la empresa. Todo lo anterior servirá como premisa básica para reducir los niveles de insatisfacción del consumidor.

Matriz MEFE: Una vez desarrollado el diagnóstico de la organización Vivas Motor con respecto a sus amenazas y oportunidades en términos de las variables externas que pueden afectarle,

a

Tabla 20. Factores externos críticos

FACTORES CRÍTICOS	PESO	CALIFICACIÓN	TOTAL PONDERADO
AMENAZAS			
Alto nivel de competencia en el sector.	0,08	1	0,08
Aumento del número de competidores en el sector.	0,10	2	0,20
Tratados internacionales de libre comercio.	0,08	2	0,16
Costos de los fletes.	0,08	3	0,24
Bajo nivel de satisfacción del cliente.	0,08	1	0,08
La legislación está en constante cambio.	0,03	1	0,03
Aumento en las ventas de productos genéricos o usados.	0,12	3	0,36
SUBTOTAL AMENAZAS			1,15
OPORTUNIDADES			
Incurción internacional gracias a nuevos tratados.	0,06	3	0,18
Un evidente aumento de la demanda.	0,08	4	0,32
Mayor cantidad de importaciones.	0,05	4	0,20
Alianzas interinstitucionales.	0,03	4	0,12
Avances tecnológicos para el campo administrativo.	0,08	3	0,24
Capacitación y entrenamiento al personal.	0,08	3	0,24
Aumento en los rendimientos gracias a las nuevas prácticas logísticas	0,05	2	0,10
SUBTOTAL OPORTUNIDADES			1,40
TOTAL	1		2,55

continuación, se presenta el análisis de los factores externos clave con el fin de obtener la posición de la empresa frente a los posibles impactos de variables externas.

Fuente: el autor, 2017

El resultado de la matriz permite establecer que la organización maneja una alta capacidad de respuesta a los factores externos que pueden afectarle, cabe destacar que la ponderación de las oportunidades es mayor a la ponderación de las amenazas lo que permite deducir que la

empresa cuenta con aspectos externos clave positivos que pueden ser aprovechados para mejorar el posicionamiento de la empresa en el mercado.

Matriz MEFI: La matriz MEFI para el caso de la empresa Vivas Motor, fue tomada de los aspectos internos más representativos al interior de la organización; de acuerdo con el análisis estratégico de la matriz DOFA se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 21. Factores internos críticos

FACTORES CRÍTICOS	PESO	CALIFICACIÓN	TOTAL PONDERADO
DEBILIDADES			
Carencia de un sistema de inventarios.	0,10	1	0,10
Faltantes en productos específicos.	0,07	2	0,14
Minima rotación de productos específicos.	0,10	2	0,20
Grandes inversiones en artículos con pocos rendimientos.	0,04	3	0,12
No se realiza un adecuado control de inventario.	0,04	1	0,04
Inexistencia de stocks de seguridad.	0,05	1	0,05
No se capacita ni entrena al personal	0,09	3	0,27
SUBTOTAL DEBILIDADES			0,92
FORTALEZAS			
Garantía y servicio postventa.	0,08	3	0,24
Diversidad de productos.	0,07	4	0,28
Ubicación en el sector.	0,06	4	0,24
Inventario de productos originales con garantía de calidad.	0,06	4	0,24
Asesoramiento al cliente.	0,07	3	0,21
Capacidad de adaptación a las necesidades del cliente.	0,05	3	0,15
Prevención ante situaciones de riesgo.	0,04	2	0,08
Fidelización de clientes.	0,08	4	0,32
SUBTOTAL FORTALEZAS			1,76
TOTAL	1		2,68

Fuente: el autor, 2017

El resultado de la matriz permite establecer que la organización cuenta con aspectos positivos importantes en términos internos, los cuales deben ser altamente aprovechados por la organización de modo que puedan convertirse en el incremento de su competitividad y participación en el mercado.

3.1.4 Matriz de Vester. De acuerdo con el análisis que se llevó a cabo partiendo de la información recolectada al desarrollar la matriz DOFA, se determinó por el autor de esta investigación que las áreas claves a estudiar son siete (7) plasmadas en la tabla 22.

Tabla 22. Variables Matriz de Vester

CARACTERÍSTICAS	
A	Inventarios
B	Administración
C	Finanzas
D	Comportamiento de la economía colombiana
E	Comportamiento del sector automotriz
F	Organización
G	Relación con el cliente

Fuente: el autor 2016

Teniendo como punto de partida esta información se procedió a realizar hacer una matriz de influencia con el fin de evaluar las variables críticas del sistema:

Esta matriz de se realiza con el fin de conocer la influencia entre las variables implicadas en la matriz DOFA.

Con el fin de desarrollar esta matriz se evalúan las variables en el eje x (Activos: Como cada factor afecta el sistema) contra las mismas variables en el eje y (Pasivos: influencia relativa que tienen los factores del sistema sobre un factor) con el fin de conocer en qué tipo de cuadrante se encuentran las variables:

- CUADRANTE PASIVO: las variables ubicadas en este cuadrante requerirán una inversión a largo plazo. Si se modifica alguna variable no repercute fuertemente.
- CUADRANTE INHERTE: ejercen poca influencia sobre el sistema.
- CUADRANTE CRÍTICO: muestran los puntos críticos sobre los cuales se debe ejercer algún tipo de estrategia, ya que repercuten fuertemente en la organización.

•CUADRANTE ACTIVO: no tienen influencia con los demás.

Para realizar la matriz de influencia se llevó a cabo una calificación de 0 a 3 de la interrelación de una variable con la otra, siendo 0 factor sin importancia, 1 una importancia insignificante y 3 una importancia significativa, esto con el fin de evaluar en donde se encuentran las variables en el diagrama.

La información reflejada en la tabla 23 correspondiente a la evaluación de las características (Matriz Vester) que fue analizada por el autor en colaboración con la Gerente de Vivas Motor la señorita Sandra Vivas.

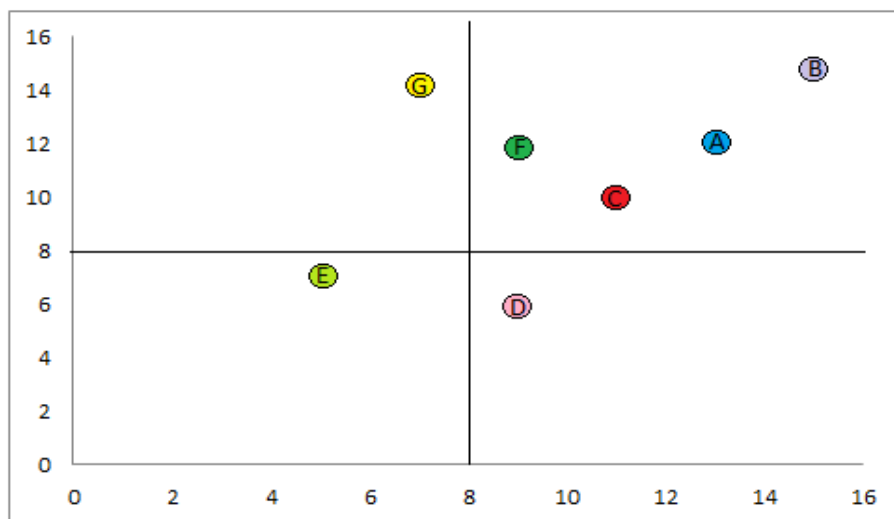
Con el fin de ilustrar (Gráfico 13) la información reflejada en la tabla 20 se procedió a realizar la sumatoria en sentido vertical y horizontal; de las ponderaciones asignadas a cada característica, la sumatoria que se realiza de forma vertical es llamada de Suma Activa y la horizontal Suma Pasiva.

Tabla 23. Matriz de Vester

En: Influencia de:		A	B	C	D	E	F	G	Σ SA
A	Inventarios		3	3	0	1	3	2	12
B	Administración	3		3	2	2	3	2	15
C	Finanzas	3	2		3	1	1	0	10
D	Economía colombiana	1	2	2		1	0	0	6
E	Sector automotriz	1	2	1	3		0	0	7
F	Organización	3	3	2	1	0		3	12
G	Relación con el cliente	2	3	0	0	0	2		7
Σ SP		13	15	11	9	5	9	7	

Fuente: el autor 2016

Gráfico 13. Identificación de puntos críticos



Fuente: el autor 2016

El proceso de análisis posterior a la realización de la matriz DOFA, la matriz Vester y el gráfico de puntos críticos, permite concluir que las características con mayor influencia dentro de la empresa son los inventarios y la administración seguidas por finanzas y organización lo que a su vez permite ratificar la necesidad de generar estrategias que permitan dar un mayor soporte y contribuir al mejor desempeño de dichas áreas.

3.1.5 Clasificación ABC. Con el fin de desarrollar la técnica de clasificación ABC, se tuvo en cuenta las ventas por semana del año 2015, los 469 productos que se tomaron como base para dicho fin, fueron clasificados teniendo en cuenta dos criterios básicos; Unidades vendidas y valor comercial.

Se asignaron porcentajes para iniciar con el proceso de clasificación, como se evidencia en la Tabla 24 a los productos tipo A se les asignó un valor de 10% donde deben encontrarse los productos con mayor cantidad de unidades vendidas pero que además tengan un valor comercial importante, a los tipo B se les asignó el 20% y por ultimo para los tipo c fue asignado el 70% restante.

Tabla 24. Porcentajes de clasificación ABC

Clasificación	Productos	Porcentajes	Ingreso Percibido	%
A	46	10%	\$ 688.448.997	65%
B	94	20%	\$ 252.750.946	24%
C	329	70%	\$ 121.158.405	11%
TOTAL	469	100%	\$ 1.062.358.348	100%

Fuente: el autor 2016

La segunda columna de la Tabla 25 referencia 46 productos dentro de la clasificación tipo A que a su vez corresponden al 65% de la inversión del almacén.

Tabla 25. Clasificación de productos tipo A

N°	Ref.	Descripción	Unidades Vendidas	Costo Unitario de v	\$ Total	%part	%acum
1	59760-22110	ARRANQUE (SERIE 39) V/ACCIONADOR DE 12 DIENTES, PUNTA GIRATORIA CON OCP	73	\$ 945.230	\$69.001.790	6%	6%
2	31210549	KIT DE CLUTCH FG X2	34	\$ 1.623.078	\$ 55.184.652	5%	11%
3	53518-73500	COMPRESOR WABCO 85MM MONOCILINDRICO TAPA LARGA MERCED BENZ 1634 ELEC. MB A	5	\$ 7.656.160	\$ 38.280.800	4%	15%
4	43794-22010	ZAPATAS DE FRENOS HIDRÁULICOS 2,88", PI DE 2 PISTONES	54	\$ 671.393	\$36.255.222	3%	18%
5	20910-8YA0	VÁLVULA 4 VÍAS TIPO KNORR 2VC/607359	14	\$2.541.500	\$35.581.000	3%	21%
6	97133-2D100	EXTREMOS DE BARRA ACOPLAMIENTO ESTIL INTERNATIONAL, C-E 11,89", GRASERA CENT LADO DERECHO	96	\$ 278.200	\$26.707.200	3%	24%
7	57755-02000	MOTOR FREIGHTLINER CASCADIA	2	\$ 11.678.460	\$23.356.920	2%	26%

8	55215-22000	AMORTIGUADORES PACCAR GENUINE	64	\$ 364.350	\$23.318.400	2%	28%
9	58380-22000	ZAPATAS DE FRENOS HIDRÁULICOS 2,50", PI DE 2 PISTONES	62	\$ 325.120	\$ 20.157.440	2%	30%
10	51720-21100	BOMBA DE AGUA INTERNATIONAL, COR EN "V"	29	\$ 640.100	\$18.562.900	2%	32%
11	41710-22650	ALTERNADOR (SERIE 1 12 V/165 A, MONTAJE B BISAGRA	31	\$ 579.054	\$ 17.950.674	2%	34%
12	55513-22010	FILTRO DE AIRE DE CA HE, FREIGHTLINE	84	\$ 196.450	\$ 16.501.800	2%	36%
13	194009-A	FILTRO ACEITE LF3000	74	\$ 220.650	\$ 16.328.100	2%	38%
14	51720-02000	PIÑON COMPLETO DE CAJA VB	7	\$ 2.300.400	\$16.102.800	2%	40%
15	24410-22020	BALATA 16.5" X 7" (TRASERO)	42	\$ 359.413	\$15.095.346	1%	41%
16	23124-23010	SILENCIADOR DE ESCA 5.0" 5.0" 44.5"	41	\$ 346.578	\$14.209.698	1%	42%
17	23510-02500	ALTERNADOR (SERIE 2 12 V/200 A, MONTAJE B PLATAFORMA	16	\$ 860.300	\$13.764.800	1%	43%
18	BS910L	ARRANQUE 24 V/ACCIONADOR DE 9 DIENTES	19	\$ 643.014	\$12.217.266	1%	44%
19	31920-45101	BALATA 16.5" X 7" (TRASERO)	65	\$ 183.100	\$11.901.500	1%	45%
20	23040-02710	SILENCIADOR DE ESCA 5.0" 5.0" 44.5"	26	\$ 412.874	\$10.734.724	1%	46%
21	94670-72100	GUARDABARROS SUP I.STRALIS	65	\$ 164.194	\$10.672.610	1%	47%
22	55215-22000	BOMBA DE AGUA INTERNATIONAL, DT E LÍNEA	43	\$ 245.926	\$10.574.818	1%	48%
23	94600-6A900	RACORD GUILLEMIN A 100 H S/C	85	\$ 121.600	\$10.336.000	1%	49%
24	56540-22000	FILTRO ACEITE LF3335	99	\$ 102.620	\$10.159.380	1%	50%
25	41610-22050	FILTRO FS1040FLG	103	\$ 95.360	\$ 9.822.080	1%	51%
26	25632-02501	CÁMARA, COMPLETA 3 CARRERA LARGA	5	\$ 1.870.791	\$ 9.353.955	1%	52%

27	27501-22B10	MULTIPLE ADMISION IX DIESEL 2,0	12	\$ 735.012	\$ 8.820.144	1%	53%
28	41430-22652	BOMBA INYECCION IX-	2	\$ 4.210.680	\$ 8.421.360	1%	54%
29	41610-22060	MOTOR DE ARRANQUE (SERIE 42), 12 V, IMPUL DE 11 DIENTES	94	\$ 83.495	\$ 7.848.530	1%	54%
30	HY03-01	FILTRO AIRE INTERNO DONALDSON	32	\$ 241.630	\$ 7.732.160	1%	55%
31	40810249	ZAPATAS DE FRENOS HIDRÁULICOS CON KIT HERRAJES 2,88", PINZA 2 PISTONES 73 MM, PIN DE 2 PISTONES	13	\$ 573.981	\$ 7.461.753	1%	56%
32	23060-02500	SISTEMA DE FRENO FREIGHTLINER CASCA	4	\$ 1.845.620	\$ 7.382.480	1%	57%
33	22113-83903	SILENCIADOR DE ESCA 5.0" 5.0" 44.5"	9	\$ 816.050	\$ 7.344.450	1%	58%
34	26100-41400	PILOTO 7 FUNC. MERC ACTROS IZQ.	65	\$ 111.769	\$ 7.264.985	1%	59%
35	40210870	GUAYA CONTROL CAMBIOS HD-72 (LARG ROJA)	45	\$ 158.670	\$ 7.140.150	1%	60%
36	69100-05360	CAMISA MOTOR 12000	4	\$ 1.765.982	\$ 7.063.928	1%	61%
37	23120-02570	ALTERNADOR (SERIE 3 SIN ESCOBILLAS), 12 V A, MONTAJE EN PLATAFORMA	8	\$ 870.065	\$ 6.960.520	1%	62%
38	22001-22B00	SAE 80W-140, LUBRICA	103	\$ 64.894	\$ 6.684.082	1%	63%
39	194009	SILENCIADOR OVALAD TIPO 7 3.5" 4.0" 28.0"	19	\$ 315.356	\$ 5.991.764	1%	64%
40	83402-0X000	MOTOR DE ARRANQUE (SERIE 38), 12 V, IMPUL DE 10 DIENTES	8	\$ 739.078	\$ 5.912.624	1%	65%
41	26110-45001	CABALLETE, 6 TONELA	9	\$ 656.400	\$ 5.907.600	1%	66%
42	0K87T-18380	CÁMARA, SERVICIO 30 CARRERA ESTÁNDAR	9	\$ 656.400	\$ 5.907.600	1%	67%
43	81393-33001	FILTRO DE AIRE DE CA HE, KW T2000	42	\$ 138.462	\$ 5.815.404	1%	68%
44	20910-02H00	ALTERNADOR (SERIE 2 12 V/200 A, MONTAJE E BISAGRA	10	\$ 571.564	\$ 5.715.640	1%	69%

45	51750-24500	CONJUNTO TUBO CAPTACIÓN COMBUST	9	\$ 612.590	\$ 5.513.310	1%	70%
46	20910-02B00	ZAPATAS DE FRENOS HIDRÁULICOS CON KIT HERRAJES 2,60", PINZA 2 PISTONES	9	\$ 603.182	\$ 5.428.638	1%	71%

Fuente: el autor 2016

Estos productos fueron seleccionados para este proyecto de investigación posterior a la realización de un filtro en el que se estudian los productos con el mayor número de movimientos. Arrojando así un costo total de inventario de \$ 688.448.997 correspondiente al 71% del costo de inventario.

A continuación se lleva a cabo una nueva selección esta vez cruzando dos factores diferenciadores: total de los ingresos percibidos por producto y fechas de venta, con el fin determinar la relevancia real de cada producto no solo por el total en términos monetarios de venta si no por la cantidad de productos vendidos en el periodo de tiempo, se llevó a cabo un análisis en función del tiempo en meses, el cual indica cuales productos han tenido movimientos en mínimo 10 semanas. Se obtuvo que los productos tipo A que se tendrán en cuenta para el desarrollo de este proyecto investigativo son un total de 28 que se especifican en la tabla 26 relacionada a continuación:

Tabla 26. Selección final productos tipo A

N°	Ref.	Descripción	Unidades Vendidas	Unidad de Medida	Costo Unitario de venta	\$ Total
1	59760-2211	ARRANQUE (SERIE 39) 12 V/ACCIONADOR DE 12 DIENTES, PUNTA GIRATO CON OCP	73	Unidad	\$945.230	\$69.001.790,00
2	31210549	KIT DE CLUTCH FG X2"	34	Unidad	\$1.623.078	\$55.184.652,00
4	43794-2201	ZAPATAS DE FRENOS HIDRÁULICOS 2,88", PINZA DE 2 PISTONES	54	Unidad	\$671.393	\$36.255.222,00

5	20910-8YA6	VÁLVULA 4 VÍAS TIPO KNORR 2VC/607359	14	Unidad	\$2.541.500	\$35.581.000,00
6	97133-2D10	EXTREMOS DE BARRA D ACOPAMIENTO ESTILO INTERNATIONAL, C-E 11, GRASERA CENTRAL, LAD DERECHO	96	Unidad	\$ 278.200	\$26.707.200,00
8	55215-2200	AMORTIGUADORES PAC GENUINE	64	Unidad	\$364.350	\$23.318.400,00
9	58380-2200	ZAPATAS DE FRENOS HIDRÁULICOS 2,50", PINZ DE 2 PISTONES	62	Unidad	\$325.120	\$20.157.440,00
10	51720-2110	BOMBA DE AGUA INTERNATIONAL, CORRE EN "V"	29	Unidad	\$640.100	\$18.562.900,00
11	41710-2265	ALTERNADOR (SERIE 11 12 V/165 A, MONTAJE EN BISAGRA	31	Unidad	\$579.054	\$17.950.674,00
12	55513-2201	FILTRO DE AIRE DE CAB HE, FREIGHTLINE	84	Unidad	\$196.450	\$16.501.800,00
13	194009-A	FILTRO ACEITE LF3000FL	74	Unidad	\$ 220.650	\$16.328.100,00
15	24410-2202	BALATA 16.5" X 7" (TRASERO)	42	Unidad	\$ 359.413	\$15.095.346,00
16	23124-2301	SILENCIADOR DE ESCAP 5.0" 5.0"	41	Unidad	\$346.578	\$14.209.698,00
17	23510-0250	ALTERNADOR (SERIE 28 V/200 A, MONTAJE EN PLATAFORMA	16	Unidad	\$860.300	\$13.764.800,00
18	BS910L	ARRANQUE 24 V/ACCIONADOR DE 9 DIENTES	19	Unidad	\$643.014	\$12.217.266,00
19	31920-4510	BALATA 16.5" X 7" (TRASERO)	65	Unidad	\$183.100	\$11.901.500,00
20	23040-0271	SILENCIADOR DE ESCAP 5.0" 5.0" 44.5"	26	Unidad	\$412.874	\$10.734.724,00
21	94670-7210	GUARDABARROS SUP. I.STRALIS	65	Unidad	\$164.194	\$10.672.610,00

22	55215-2200	BOMBA DE AGUA INTERNATIONAL, DT EN LÍNEA	43	Unidad	\$245.926	\$10.574.818,00
23	94600-6A90	RACORD GUILLEMIN AL. 100 H S/C	85	Unidad	\$ 121.600	\$10.336.000,00
24	56540-2200	FILTRO ACEITE LF3335FI	99	Unidad	\$102.620	\$10.159.380,00
25	41610-2205	FILTRO FS1040FLG	103	Unidad	\$95.360	\$9.822.080,00
29	41610-2206	MOTOR DE ARRANQUE (SERIE 42), 12 V, IMPULS DE 11 DIENTES	94	Unidad	\$ 83.495	\$7.848.530,00
30	HY03-01	FILTRO AIRE INTERNO DONALDSON	32	Unidad	\$ 241.630	\$7.732.160,00
35	40210870	GUAYA CONTROL CAMB HD-72 (LARGA-ROJA)	45	Unidad	\$ 158.670	\$7.140.150,00
38	22001-22B0	SAE 80W-140, LUBRICAN TOTALMENTE SINTÉTICO PARA ENGRANAJES	103	Unidad	\$ 64.894	\$6.684.082,00
39	194009	SILENCIADOR OVALADO TIPO 7 3.5" 4.0" 28.0"	19	Unidad	\$ 315.356	\$5.991.764,00
43	81393-3300	FILTRO DE AIRE DE CAB HE, KW T2000	42	Unidad	\$ 138.462	\$5.815.404,00

Fuente: el autor, 2016

3.1.5 Análisis de costos. Para aplicar modelos matemáticos de inventarios se hace necesario conocer los costos en los que se incurren por este aspecto, motivo por el cual se procederá a realizar el cálculo de los siguientes costos:

- Costo de ordenar
- Costo de almacenamiento
- Costo de productos

3.1.5.1 Costo de ordenar. Cuando se realiza la orden pedido dentro de la empresa Vivas Motor se llevan a cabo varias operaciones dentro de este mismo proceso: como primera medida el bodeguero emite la especificación de cuáles y cuántos productos requiere, lo que se denominará: solicitud de requerimiento. A continuación el supervisor de bodega lleva a cabo una revisión de la solicitud, verifica y finalmente autoriza, como último procedimiento el gerente es quien genera la orden de compra y se pone en contacto con el proveedor.

Como se evidenció en la descripción del proceso en esta tarea intervienen tres trabajadores de la empresa, quienes representan cargos diferentes y a su vez tienen diferentes salarios asignados.

En cuanto al salario asignado para el cálculo del costo de ordenar, se tuvo en cuenta que es, únicamente, la porción de salario del empleado dedicada a la labor de ordenar el producto, en este caso fue el salario mensual del trabajador sobre la cantidad de horas que emplea en el proceso de ordenar una compra. El valor de los fletes es aquel que se ha destinado al pago de transporte de los artículos, en cuanto, este aspecto Vivas Motor solo contrata con proveedores que asuman el costo del mismo. En cuanto a los servicios públicos, se llevó a cabo únicamente el cálculo de la fracción de los servicios públicos en los que se incurre en el proceso de ordenar los productos, como se evidencia a continuación

Tabla 27. Salario costo ordenar

CARGO	SALARIO MENSUAL	HORAS LABORADAS (mes)	PARAMETRO SALARIO	HORAS EMPLEADAS (mes)
Gerente	\$ 2.700.000	240	\$11.250/hora	1
Supervisor de Bodega	\$ 1.300.000	240	\$5.417/hora	1
Bodeguero	\$ 980.000	240	\$4.083/hora	2

Fuente: el autor 2016

En la Tabla 27 se ven reflejados los valores que corresponden al costo salarial que asume la empresa, por el proceso de ordenar una compra, en Colombia los trabajadores laboran 8 horas

diarias lo que al mes corresponde a 240 horas, se toma en cuenta este valor para efectos de calcular el valor de la hora, puesto que se deben pagar los 30 días del mes así no se trabajen, en vista que existen días de descanso remunerado, con el fin de cuantificar el valor asumido por realizar una compra, se entrevistó a los trabajadores implicados en el proceso y fueron ellos quienes determinaron la cantidad de horas que invierten de forma individual al mes en este proceso. Finalmente se realizó la suma de los productos de los salarios de los empleados por el tiempo promedio estimado para la operación.

$$SALARIOS = \left(\frac{\$11.250}{hora} * 1 hora \right) + \left(\frac{\$5.417}{hora} * 1 hora \right) + \left(\frac{\$4.083}{hora} * 2 horas \right)$$

Salario de los trabajadores incurrido en el proceso de ordenar al mes= \$ 24.833

Los servicios públicos comprenden: la energía, el teléfono, el acueducto, entre otros que podrían utilizarse o no en el proceso de la generación de una orden de compra, en este caso serán expresados en pesos/hora como se muestra a continuación:

Se realizó la sumatoria por mes del costo de los servicios públicos de los últimos 6 periodos, este valor se promedió con el fin de determinar el valor en que se incurre por dicho parámetro, se obtuvo finalmente que el valor promedio mensual es igual a: \$520000.

$$SERV PÚBLICOS ORDEN DE COMPRA = \frac{\frac{Valor Pormedio Servicios Públicos}{Días hábiles}}{Horas día}$$

$$SERV PÚBLICOS ORDEN DE COMRPA = \frac{\frac{\$520000/mes}{30 días}}{24 horas}$$

Servicios Públicos incurridos: \$722.22/hora

Se determinó que la estimación del costo en el que se incurre, por el parámetro de servicios públicos para la operación general de la empresa es igual a \$722.22/hora.

Finalmente, para calcular el costo total de ordenar se suman el parámetro del salario total empleado con: El producto, entre el parámetro servicios públicos y el tiempo destinado a realizar una orden de compra. La empresa estima que el tiempo total del proceso para realizar esta es de 4 horas como se especificó con anterioridad.

$$COSTO\ TOTAL\ DE\ ORDENAR\ C_0 = C_s (C_{sp} * x)$$

C_s = Costo salarial calculado

C_{sp} = Costo servicios publicos estimado

x = Horas invetidas estimadas en el proceso de ordenar

$$C_0 = \$24.833 + \left(\frac{\$722.22}{hora} * 4horas \right) = \$27.722$$

3.1.5.2 Costo de almacenamiento. Para realizar el cálculo del costo de almacenamiento es indispensable conocer los valores de: arriendo de la bodega, mano de obra directa, mantenimiento de los espacios, el costo de oportunidad, el costo de inventario promedio semanal y el índice de almacenamiento que se reflejan a continuación en la tabla 28.

Tabla 28. Índice de almacenamiento (%) - semanal

Concepto	Valor Semanal
Arriendo bodega	\$ 1.150.000
Mano de obra (almacenistas, jefe de almacén)	\$ 570.000
Mantenimiento de instalaciones	\$ 175.000
Costos asociados al inventario semanal	\$ 1.895.000,00
Valor total de ventas por semana	\$ 20.429.968,23
% Costos asociados al inventario semanal	9,28%
% Costo de oportunidad (Tasa de Coloca 14.84%EA) – semanal	0,29%
% Total costo de almacenamiento	9,56%

Fuente: el autor 2016

Los costos asociados al inventario reflejados en la tabla 28 están dados por la sumatoria de: el arriendo, la mano de obra directa y el mantenimiento de las instalaciones todos los ítems anteriores fueron calculados de forma individual semanalmente. Con el fin de determinar el

porcentaje de costos asociados al inventario semanal se tomaron los costos que intervienen dentro de la operación de almacenamiento sobre el valor total de los artículos por semana.

Finalmente el porcentaje total costo de mantener esta dado por la suma entre el porcentaje de costos asociados al inventario semanal y el porcentaje del costo de oportunidad. (Malisani 1989, 117-118)

3.1.5.3 Costo de productos. En la Tabla 29 se observa el resultado del cálculo del costo de almacenamiento para cada producto tipo A. Este costo está dado por: el precio unitario de cada producto multiplicado por el porcentaje del costo total de mantenimiento que se obtuvo con anterioridad.

Tabla 29. Costo unitario de almacenamiento para productos tipo A

Referencia del producto	Costo Unitario	Costo de almacenar/UDM
59760-22110A	\$ 945.230	\$ 90.371
31210549	\$ 1.623.078	\$ 155.179
43794-22010A	\$ 671.393	\$ 64.190
20910-8YA01	\$ 2.541.500	\$ 242.987
97133-2D100A	\$ 278.200	\$ 26.598
55215-22000A	\$ 364.350	\$ 34.835
58380-22000A	\$ 325.120	\$ 31.084
51720-21100A	\$ 640.100	\$ 61.199
41710-22650A	\$ 579.054	\$ 55.362
55513-22010	\$ 196.450	\$ 18.782
194009-A	\$ 220.650	\$ 21.096
24410-22020B	\$ 359.413	\$ 34.363
23124-23010	\$ 346.578	\$ 33.136
23510-02500	\$ 860.300	\$ 82.251
BS910L	\$ 643.014	\$ 61.477
31920-45101	\$ 183.100	\$ 17.506
23040-02710Y	\$ 412.874	\$ 39.474
94670-72100A	\$ 164.194	\$ 15.698

55215-22000	\$ 245.926	\$ 23.512
94600-6A900	\$ 121.600	\$ 11.626
56540-22000A	\$ 102.620	\$ 9.811
41610-22050A	\$ 95.360	\$ 9.117
41610-22060A	\$ 83.495	\$ 7.983
HY03-01	\$ 241.630	\$ 23.102
40210870	\$ 158.670	\$ 15.170
22001-22B00	\$ 64.894	\$ 6.204
194009	\$ 315.356	\$ 30.150
81393-33001	\$ 138.462	\$ 13.238

Fuente: el autor 2016

3.1.6 Indicadores de gestión de inventarios actual para productos tipo A.

Con el fin de determinar, si la forma en la cual se manejan los inventarios en la empresa Vivas Motor es adecuada, deben llevarse a cabo análisis que permitan identificar datos reales, que a su vez den la oportunidad de realizar un comparativo entre los resultados históricos y los resultados después de aplicar los modelos matemáticos de inventario a los productos tipo A. Para tal fin se tomó la decisión de identificar tres indicadores que permitirán conocer el estado actual de la empresa: cantidad ordenada (unidades), inventario promedio (unidades) y costo total de inventario (\$ pesos). Se generó una tabla resumen (Tabla 30) con los datos históricos de órdenes de pedido por producto tipo A con el fin de tener claridad con respecto a las cifras y proceder con los indicadores de forma ágil y ordenada.

Tabla 30. Ordenes de pedido Vivas Motor Productos tipo A. Unidades

Referencia Producto	Cantidad ordenada	Nivel promedio de inventario	Nivel de servicio	Costo Total
194009	8	19	100,00%	\$ 729.096,87
31210549	8	12	100,00%	\$ 2.746.955,19
40210870	7	15	98,95%	\$ 405.618,77
194009-A	10	16	98,79%	\$ 630.916,73
20910-8YA01	12	29	100,00%	\$ 7.488.806,18

22001-22B00	13	12	99,23%	\$ 227.719,49
23040-02710Y	8	18	100,00%	\$ 880.673,93
23124-23010	6	15	100,00%	\$ 684.991,81
23510-02500	6	13	100,00%	\$ 1.516.062,78
24410-22020B	12	11	98,80%	\$ 609.741,38
31920-45101	10	13	100,00%	\$ 403.994,36
41610-22050A	10	21	99,19%	\$ 320.266,83
41610-22060A	13	17	98,23%	\$ 309.993,53
41710-22650A	18	20	100,00%	\$ 1.486.344,70
43794-22010A	12	21	98,53%	\$ 2.262.608,74
51720-21100A	8	11	100,00%	\$ 991.644,84
55215-22000	11	22	98,56%	\$ 764.472,24
55215-22000A	12	15	99,36%	\$ 1.000.228,79
55513-22010	11	20	98,80%	\$ 684.745,11
56540-22000A	10	17	99,52%	\$ 302.629,49
58380-22000A	12	13	100,00%	\$ 756.789,90
59760-22110A	10	10	99,52%	\$ 2.382.561,33
81393-33001	9	12	99,20%	\$ 228.349,48
94600-6A900	7	11	98,78%	\$ 302.971,86
94670-72100A	16	24	98,69%	\$ 623.798,82
97133-2D100A	11	8	99,62%	\$ 675.813,35
BS910L	9	13	100,00%	\$ 996.841,59
HY03-01	7	15	98,60%	\$ 529.090,57

Fuente: el autor 2017

3.1.6.1 Tamaño de la orden. Al analizar los datos históricos presentados anteriormente se evidenció que las cantidades ordenadas por el encargado de realizar los pedidos generalmente son las mismas y sus rangos varían entre 3 y 12 unidades. Los pedidos se realizan sin tener en cuenta ningún tipo de pronóstico, simplemente, cuando se va agotando el inventario, se determina por intuición la cantidad a ordenar para el siguiente pedido, los datos analizados se ven reflejados en la siguiente gráfico (Gráfico 14). Los cálculos estadísticos que se llevaron a cabo para determinar dichos valores pueden ser corroborados en el ANEXO 1.

Tabla 31. Hoja de vida del indicador Tamaño de la orden

OBJETIVO DEL INDICADOR	Evidenciar el tamaño actual de las órdenes de pedido para determinar su frecuencia.
UNIDAD DE MEDIDA	Unidades
FORMULA PARA SU CALCULO	Cantidad ordenada = Q
FUENTE DE LOS DATOS	Factura semanal.

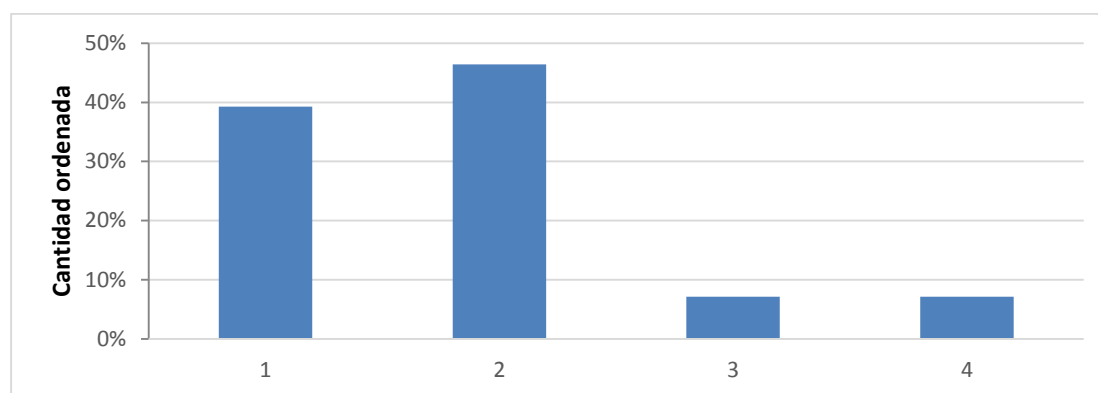
Como se evidencia en la Tabla 32 ilustrado en el gráfico 14 el 85% de las órdenes de pedidos se generan por cantidades que están entre el rango 1 y el rango 2 (entre 3 y 6 unidades), es importante hacer referencia en el hecho que los productos clasificados como tipo A se piden por unidades, aunque en el inventario existen productos como aceites y refrigerantes que se medirían en otras unidades, todos los productos descritos en la gráfico anterior son solicitados por unidades y son almacenados en estantes y estibas dentro de la bodega de Vivas Motor.

Tabla 32. Tamaño de la orden

Intervalos	Lim inferior	Lim superior
1	-	3,00
2	3,00	6,00
3	6,00	9,00
4	9,00	12,00

Fuente: el autor 2017

Gráfico 14. Frecuencias relativas de tamaño de la orden



Fuente: el autor 2017

3.1.6.2 Inventario Promedio. Como se aprecia en la Tabla 34 información ilustrada en el gráfico 15 en la cual se identifican los niveles de inventario promedio de los productos en bodega tipo A, el 68% de las cantidades de producto en bodega se encuentran entre 0 - 9 unidades, el 29% de los productos en bodega tienen un stock de entre 10 – 18 unidades y finalmente sólo el 4% de los productos tiene un stock de entre 18 – 27 unidades, las cantidades de producto en bodega no son muy grandes lo que podría indicar que la gerencia opta por mantener un inventario reducido con el fin de minimizar costos.

Tabla 33. Hoja de vida. Indicador Inventario Promedio

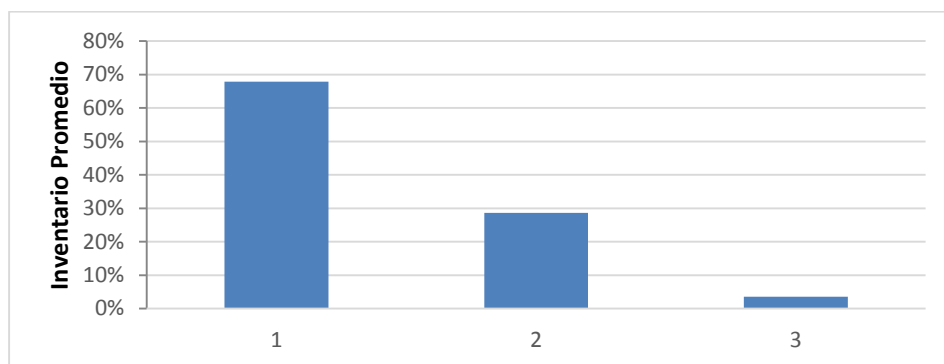
OBJETIVO DEL INDICADOR	Permite saber el número de veces en que el inventario es realizado en un periodo determinado
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje
FORMULA PARA SU CALCULO	$(\text{Coste mercancías vendidas} / \text{Promedio inventarios}) = N \text{ veces.}$
FUENTE DE LOS DATOS	Registro del seguimiento de los inventarios.

Tabla 34. Indicador Inventario Promedio - Intervalos

Interval	Lim inferior	lim superior
1		9,00
2	9,00	18,00
3	18,00	27,00

Fuente: el autor 2017

Gráfico 15. Frecuencia relativa de Inventario Promedio – Porcentaje %



Fuente: el autor 2017

3.1.6.3 Costo total de inventario promedio. En la Tabla 35 ilustrada en el gráfico 16 se evidencia que de los 28 productos clasificados como Tipo A, 22 se encuentran ubicados en el rango 1. Lo que quiere decir que el 82% de los costos en los que se incurre por inventario de dichos productos se encuentra entre \$0 y 1.489.536.

Tabla 35. Costo total de inventario promedio - Intervalos

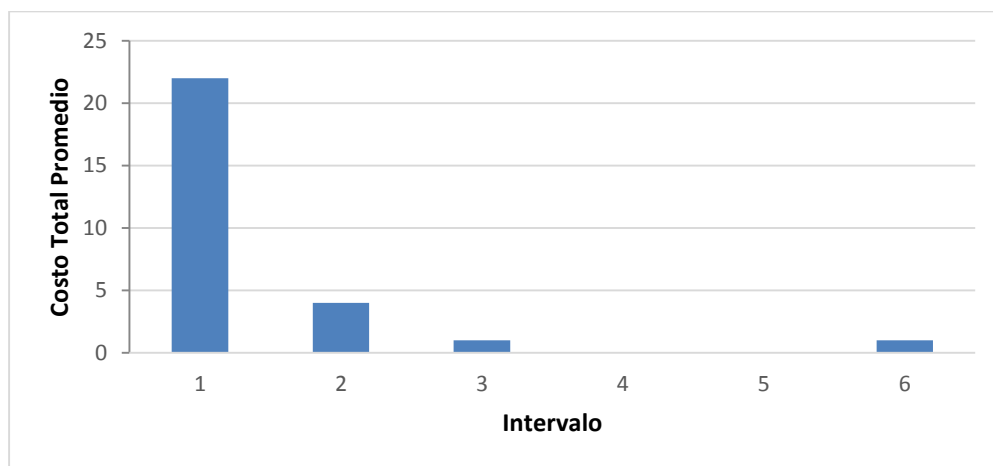
Interval	Lim inferior	Lim superior
1	\$	\$ 1.489.536,0
2	\$ 1.489.536,0	\$ 2.739.840,0
3	\$ 2.739.840,0	\$ 3.990.143,0
4	\$ 3.990.143,0	\$ 5.240.447,0
5	\$ 5.240.447,0	\$ 6.490.750,0
6	\$ 6.490.750,0	\$ 7.741.054,0

Fuente: el autor 2017

Tabla 36. Hoja de vida indicador costo total de inventario promedio

OBJETIVO DEL INDICADOR	Permite conocer el costo total promedio en el que se incurre por inventarios de los productos.
UNIDAD DE MEDIDA	Pesos MCTE
FORMULA PARA SU CALCULO	Costo de mantener + Costo de adquisición + Costo de ordenar = CTI
FUENTE DE LOS DATOS	Registro del seguimiento de los inventarios.

Gráfico 16. Frecuencia relativa Costo total de inventario promedio



Fuente: el autor 2017

3.1.6.4 Nivel de servicio. Este indicador representa la probabilidad esperada de no llegar a una situación de falta de existencias y es indispensable para calcular los stocks de seguridad. Dicho porcentaje no es más que la representación de una compensación entre los costos de inventario y los costos en lo que se incurre cuando se genera pérdida de venta por inexistencias en bodega. Con relación a los datos históricos el indicador para VivasMotor todos los productos clasificados como tipo A tienen un nivel de servicio entre el 95% y el 100% como se puede corroborar en la Tabla 28 expuesta con anterioridad.

Tabla 37. Hoja de vida indicador nivel de servicio

OBJETIVO DEL INDICADOR	Permite medir la eficiencia entregando a tiempo los requerimientos de productos solicitados.
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje %
FORMULA PARA SU CALCULO	$NS = \% \text{ CANTIDAD SERVIDA/CANTIDAD PEDIDA}$
FUENTE DE LOS DATOS	Registro del seguimiento de los inventarios

3.1.7 Prueba de Kolmogorov Smirnov. Con el fin de determinar cuál es el modelo de inventarios apropiado para el manejo de los mismos en la empresa Vivas Motor debe llevarse a cabo un análisis estadístico que permita establecer a qué tipo de distribución se ajusta el comportamiento de las demandas de los productos tipo A que arrojó con anterioridad la clasificación ABC .

Motivo por el cual, se toma la decisión de ejecutar la prueba de Kolmogorov Smirnov detallada a continuación:

Por fines prácticos se detalla el procedimiento del producto FILTRO ACEITE LF3000FLG.

Formulación de la Hipótesis

Ho: Los datos de demanda del producto FILTRO ACEITE LF3000FLG con referencia 194009-A provienen de una distribución normal.

H1: Los datos de demanda del producto FILTRO ACEITE LF3000FLG con referencia 194009-A no provienen de una distribución normal.

En la Tabla 38 se especifican los datos descriptivos definidos para el producto FILTRO ACEITE LF3000FLG con referencia 194009, teniendo en cuenta que el tamaño de la muestra es menor a 100 unidades se aplicará el método de Sturrggles.

Tabla 38. Especificaciones estadísticas FILTRO ACEITE LF3000FLG

Dato estadístico	Valor
Media	1,865384615
Desviación	2,301140776
Mínimo	0
Máximo	9
Rango	9
N° datos	52
N° intervalos	6,700563108
Raíz de N	7,211102551
Tamaño de interva	1,343170694

Fuente: el autor 2017

Se procede a realizar la prueba de normalidad Smirnov – Kolmogórov para todos y cada uno de los productos de la clasificación tipo A, en la tabla 39 se detalla el proceso de realización y el resultado del mismo.

Tabla 39. Prueba de normalidad

Ref:	194009-A						
Intervalos	Lim inferior	Lim superior	FO	For	For Acum	Fer Acum	ABS(Acu – fer acu)
1	0	2,83558258	45	87%	87%	0,669864258	0,20
2	2,835582576	5,67116515	4	8%	94%	0,906900047	0,04
3	5,671165153	8,50674773	1	2%	96%	0,986247352	0,02
4	8,506747729	11,3423303	0	0%	96%	0,998987827	0,04
5	11,34233031	14,1779129	1	2%	98%	0,999963913	0,02
6	14,17791288	17,0134955	0	0%	98%	0,999999387	0,02
7	17,01349546	19,849078	1	2%	100%	0,999999995	0,00
			52	100%			
Estadístico		0,20					
Nivel de significancia		0,05					
Grados de libertad		52					
Estadístico obt		0,188598067					
Normalidad		C. D. No Normal					

Fuente: el autor 2017

El análisis de la información del producto FILTRO ACEITE LF3000FLG con referencia 194009, arrojó un resultado de comportamiento de distribución no normal, esto se hace evidente en la observación de dos datos:

Estadístico = 0,20

Estadístico obtenido = 0,188598067

El valor estadístico obtenido es menor al estadístico, motivo por el cual se acepta la hipótesis alterna (H1): el producto tiene un comportamiento de distribución no normal. Del mismo modo se lleva a cabo la prueba de normalidad para los 27 productos de clasificación tipo A restantes (ver ANEXO 1 medio magnético), información plasmada en la Tabla 40.

Tabla 40. Consolidado de resultados prueba de Kolmogórov productos tipo A

REF PRODUCTO	NORMALIDAD	REF PRODUCTO	NORMALIDAD
59760-22110A	C.D. NORMAL	23510-02500	C.D. NO NORMAL
97133-2D100A	C.D. NORMAL	31920-45101	C.D. NORMAL
22001-22800	C.D. NORMAL	56540-22000A	C.D. NORMAL
41710-22650A	C.D. NORMAL	55215-22000A	C.D. NO NORMAL
HY03-01	C.D. NORMAL	B5910L	C.D. NORMAL
24410-22020B	C.D. NO NORMAL	41610-22060A	C.D. NORMAL
81393-33001	C.D. NORMAL	23040-02710Y	C.D. NORMAL
41610-22050A	C.D. NO NORMAL	55215-22000	C.D. NORMAL
43794-22010A	C.D. NORMAL	23124-23010	C.D. NORMAL
40210870	C.D. NO NORMAL	51720-21100A	C.D. NORMAL
94670-72100A	C.D. NORMAL	55513-22010	C.D. NORMAL
20910-8YA01	C.D. NORMAL	31210549	C.D. NORMAL
58380-22000A	C.D. NO NORMAL	194009	C.D. NORMAL
94600-6A900	C.D. NORMAL	194009-A	C.D. NO NORMAL

Fuente: el autor 2017

En la tabla anterior se evidencia que 7 productos de la clasificación tipo A no tienen un comportamiento de distribución normal, motivo por el cual debe dárseles un manejo diferente a los que si cumplen con dicha característica.

3.2. Pronósticos Productos Con Comportamiento De Demanda No Normal

Para el listado de productos tipo A, que después de ser sometidos a la prueba de normalidad dieron como resultado un comportamiento de distribución no normal se hará un análisis de la demanda para determinar cuál es el modelo de pronóstico más adecuado para cada producto. Los datos de la demanda para las 52 semanas del año 2015 de cada producto serán analizados con la ayuda del paquete estadístico STATGRAPHICS. La selección de esta herramienta se hace por la facilidad de operación y versatilidad de la misma. Los modelos de pronóstico a evaluar están descritos en la tabla 41.

Tabla 41. Modelos de pronóstico a aplicar productos con comportamiento de distribución no normal

MODELO DE PRONOSTICO
Recorrido aleatorio
Media
Tendencia lineal
Tendencia cuadrática
Tendencia exponencial.
Tendencia curva S.
Media móvil simple.
Suavizado exponencial simple con alfa óptimo, alfa es optimizado por STATGRAPHICS
Suavizado exponencial lineal de Brown con alfa óptimo alfa es optimizado STATGRAPHICS
Alisado exponencial lineal de Holt con alfa y beta óptimos, alfa y beta son optimizados STATGRAPHICS
Suavizado exponencial cuadrático

Fuente: el autor 2017

La evaluación de los diferentes modelos de pronóstico se llevará a cabo basándose en el criterio de información Akaike, el cual es calculado por el paquete STATGRAPHICS. En la tabla 42 se presentan los resultados del ingreso de los datos de la demanda de los 8 productos A en el paquete STATGRAPHICS. Se detalla el producto FILTRO ACEITE LF3000FLG con referencia 194009-A:

Tabla 42. Comparación 4 de modelos Producto 194009-A

Modelo	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC	HQC	SBIC
(A)	3,16228	1,68627		0,0		2,30259	2,30259	2,30259
(B)	3,19374	1,68627		0,0		2,36085	2,37524	2,39837
(C)	2,24984	1,24546		8,54018E-17		1,69864	1,72741	1,77369
(D)	2,21577	1,21053		-2,30585E-16		1,70659	1,74975	1,81916
(E)	2,77562	1,56		-0,04		2,08021	2,0946	2,11774
(F)	2,26312	1,2035		0,13662		1,67195	1,68634	1,70947
(G)	2,26178	1,23381		0,0659845		1,67076	1,68515	1,70829
(H)	2,3727	1,44557		-0,337833		1,80498	1,83375	1,88003
(I)	2,29416	1,15406		0,436924		1,6992	1,71358	1,73672

Fuente: resultados Statgraphics

Tomando como base el criterio Akaike, que permite seleccionar el modelo estadístico adecuado y se calcula realizando la suma de los cuadrados de residuos del modelo de regresión, penalizando la inclusión de nuevos regresores en el modelo, el modelo de pronóstico seleccionado sería el (G), es decir, Suavización exp. De Brown con alfa = 0,0102, ya que presenta un menor valor de coeficiente. Es indispensable aclarar que: el MAPE y el MPE no fueron calculados debido a que el valor más pequeño es menor o igual a 0. En la tabla 43 se presenta el pronóstico de 12 semanas para el producto 194009-A.

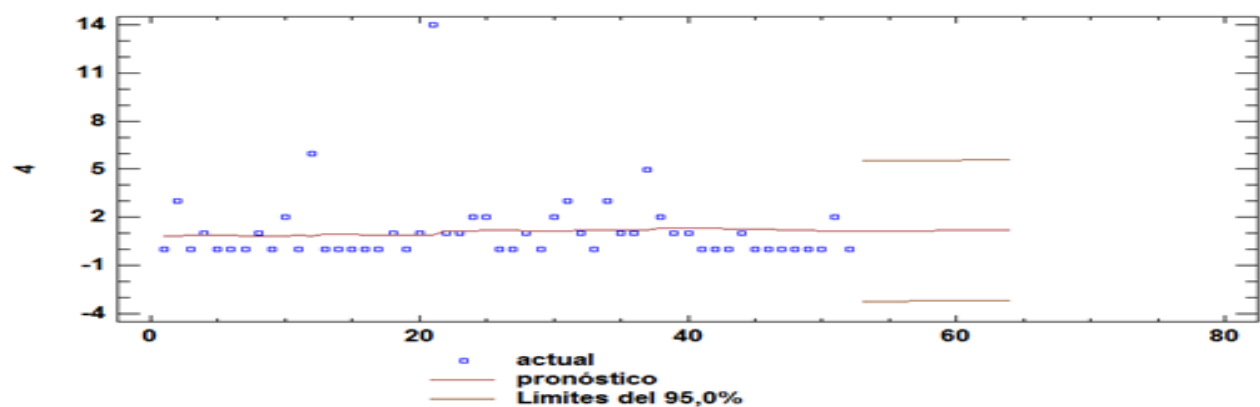
Tabla 43. Pronostico para el producto 194009-A

		<i>Límite en 95,0%</i>	<i>Límite en 95,0%</i>
<i>Periodo</i>	<i>Pronóstico</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
53,0	1,13807	-3,25211	5,52825
54,0	1,14216	-3,24893	5,53325
55,0	1,14625	-3,24577	5,53827
56,0	1,15034	-3,24261	5,54329
57,0	1,15443	-3,23946	5,54832
58,0	1,15852	-3,23632	5,55336
59,0	1,16261	-3,23319	5,55841
60,0	1,1667	-3,23006	5,56347
61,0	1,17079	-3,22695	5,56854
62,0	1,17489	-3,22385	5,57362
63,0	1,17898	-3,22076	5,57871
64,0	1,18307	-3,21767	5,5838

Fuente: resultados Statgraphics

En el grafico 17 puede observarse el diagrama de nube de puntos de los datos durante los 52 periodos para el producto FILTRO ACEITE LF3000FLG, además puede verse también el gráfico de la predicción para seis periodos, en este caso la tendencia lineal con ecuación $P = 399,86 + 6,31016 t$.

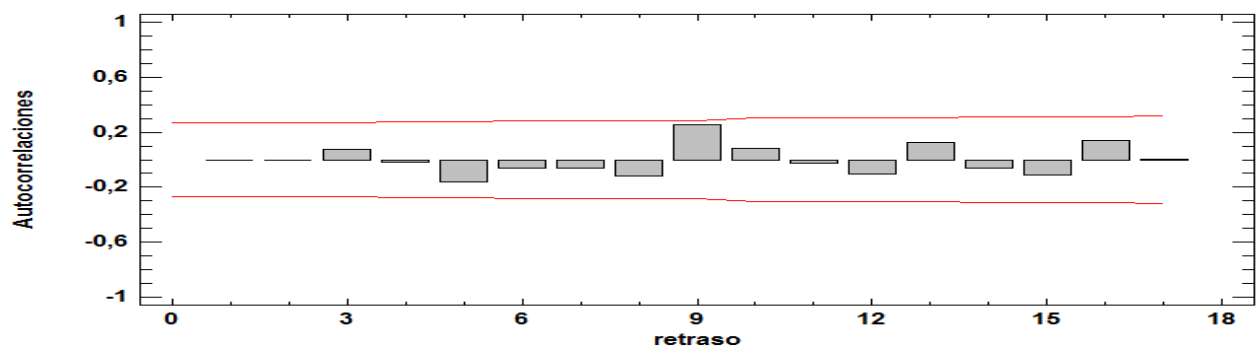
Gráfico 17. Serie de datos y predicción para el producto



Fuente: Resultados Statgraphics

En el gráfico 18 se observan los coeficientes de autocorrelación de los residuos para el producto FILTRO ACEITE LF3000FLG, además se identifica que los coeficientes de autocorrelación son poco significativos lo que se evidencia al ver que sus valores son cercanos a cero, por lo tanto el modelo de pronóstico es adecuado para estudiar el producto en mención.

Gráfico 18. Coeficientes de autocorrelación de los residuos para el pronóstico del producto



Fuente: resultados Statgraphics

A los siete productos restantes, identificados como productos con un comportamiento de distribución diferente a la normal se les aplicó la metodología anteriormente explicado con el paquete Statgraphics, (ver ANEXO 2 medio magnético). A modo de resumen se presenta la tabla 44 en la cual se pretende especificar: para cuales de los productos que describieron un comportamiento NO NORMAL es adecuado un pronóstico específico, el paquete Statgraphics sugiere y aplica los siguientes pronósticos:

Tabla 44. Modelo aplicado por producto

PRODUCTO	MODELO ADECUADO	ECUACIÓN DEL MODELO
Balata 16.5" x 7" (trasero)	Media constante	$P = (\sum_{i=1}^n X_i) / n$
Filtro FS1040FLG	Media constante	$P = (\sum_{i=1}^n X_i) / n$

Guaya control cambios hd- (larga-roja)	Suavización exponencial Simple	$\hat{x}_t = \hat{x}_{t-1} + (\alpha \cdot (x_{t-1} - \hat{x}_{t-1}))$ $\alpha = \frac{2}{n+1}$
Zapatillas de frenos hidráulicos 2,50", pinza de 2 pistones	Suavización exp. De Brown	NO APLICA
Alternador (serie 28), 12 v/2 a, montaje en plataforma	Suavización exp. cuadrática de Brown	NO APLICA
Amortiguadores paccar genuine	Suavización exponencial Simple	$\hat{x}_t = \hat{x}_{t-1} + (\alpha \cdot (x_{t-1} - \hat{x}_{t-1}))$ $\alpha = \frac{2}{n+1}$
Filtro aceite LF3000FLG	Suavización exponencial Simple	$\hat{x}_t = \hat{x}_{t-1} + (\alpha \cdot (x_{t-1} - \hat{x}_{t-1}))$ $\alpha = \frac{2}{n+1}$

Fuente: resultados Statgraphics

Los modelos anteriormente mencionados se aplicaron por medio del paquete Statgraphics para el producto respectivo, se tuvo en cuenta los datos históricos de las 52 semanas del año 2015 y se proyectó una demanda de 12 semanas como se evidenció en la tabla 45 donde se muestra el pronóstico para el producto Filtro aceite LF3000FLG, el paquete Statgrafics arroja los resultados de los pronósticos de forma automática, información relacionada en la Tabla 45.

Tabla 45. Pronóstico aplicado a los productos tipo A con distribución no normal

	Media Constante	Media Constante	Suavización exponencial simple	Suavización exp. De Brown	Suavización exp. cuadrática de Brown	Suavización exponencial simple	Suavización exponencial simple
Producto	BALATA 16.5'' REF:24410-220	Filtro FS1040FLG REF:41610-2205	Guaya control cambi hd-72 REF: 40210	Zapatas de frenos hidráulicos 2,50" REF:58380-22000A	Alternador (serie 28) F 23510-02500	Amortiguadores pa genuine REF: 55215-22000A	Filtro aceite LF3000FLG REF:194009-A
Semana 1	0,807692	5,11	0,443065	1,13807	0,294171	0,741537	0,393945
Semana 2	0,807692	5,11	0,443065	1,14216	0,295386	0,741537	0,393945
Semana 3	0,807692	5,11	0,443065	1,14625	0,296602	0,741537	0,393945
Semana 4	0,807692	5,11	0,443065	1,15034	0,297821	0,741537	0,393945
Semana 5	0,807692	5,11	0,443065	1,15443	0,299041	0,741537	0,393945
Semana 6	0,807692	5,11	0,443065	1,15852	0,300263	0,741537	0,393945
Semana 7	0,807692	5,11	0,443065	1,16261	0,301487	0,741537	0,393945
Semana 8	0,807692	5,11	0,443065	1,1667	0,302713	0,741537	0,393945
Semana 9	0,807692	5,11	0,443065	1,17079	0,30394	0,741537	0,393945
Semana 10	0,807692	5,11	0,443065	1,17489	0,30517	0,741537	0,393945
Semana 11	0,807692	5,11	0,443065	1,17898	0,306401	0,741537	0,393945
Semana 12	0,807692	5,11	0,443065	1,18307	0,307634	0,741537	0,393945

Fuente: resultados Statgraphics

3.2.1 Factor estacional. Es innegable que la estacionalidad afecta un gran número de actividades que se realizan a diario. En particular, en el caso de la empresa Vivas Motor, para las series de tiempo que representan las ventas de los productos que se comercializan el factor estacional juegan un papel primordial.

Este factor se va a aplicar a todos los productos clasificados como tipo A que presentan un comportamiento de distribución diferente a la normal, el procedimiento se realizará de la siguiente forma: el valor de la demanda para las 12 semanas proyectadas arrojado por el paquete Statgraphics se multiplicará el factor estacional obtenido.

La fórmula que se utiliza para obtener el valor del factor estacional es la siguiente:

$$FE_t = \frac{Y_t}{\bar{Y}}$$

donde:

Y_t = Valor de la demanda en el periodo t

\bar{Y} = Media del históricos de datos de la demanda (52 semanas).

Debe hallarse el valor del factor estacional para las doce semanas a proyectar motivo por el cual se tomarán las demandas históricas de las semanas 1 a 12.

A continuación se detalla la forma como se halló el valor del factor estacional de la semana 3 por medio de sus respectivos datos históricos (ver ANEXO 2 medio magnético):

$$FE_3 = \frac{1 \text{ unidad}}{0,807692308 \text{ unidades}}$$

$$FE_3 = 1,238095238$$

Partiendo de la información anterior se concluye que para la semana 3, el factor estacional es igual a 1,238. Este procedimiento se repite del mismo modo para las semanas 1 – 12 (ver ANEXO 2 medio magnético).

Con el fin de obtener el valor del pronóstico de la demanda para las doce semanas que se pretender proyectar y que será el mismo para la aplicación de los modelos matemáticos de manejo de inventarios, debe multiplicarse el factor estacional que se obtuvo del procedimiento anterior, por el respectivo valor de la demanda que arrojo el paquete Statgraphics para cada producto y se redondea por encima.

A continuación se detalla el pronóstico proyectado de la semana 1 para el producto BALATA 16.5" X 7" (TRASERO) referencia 24410-22020B:

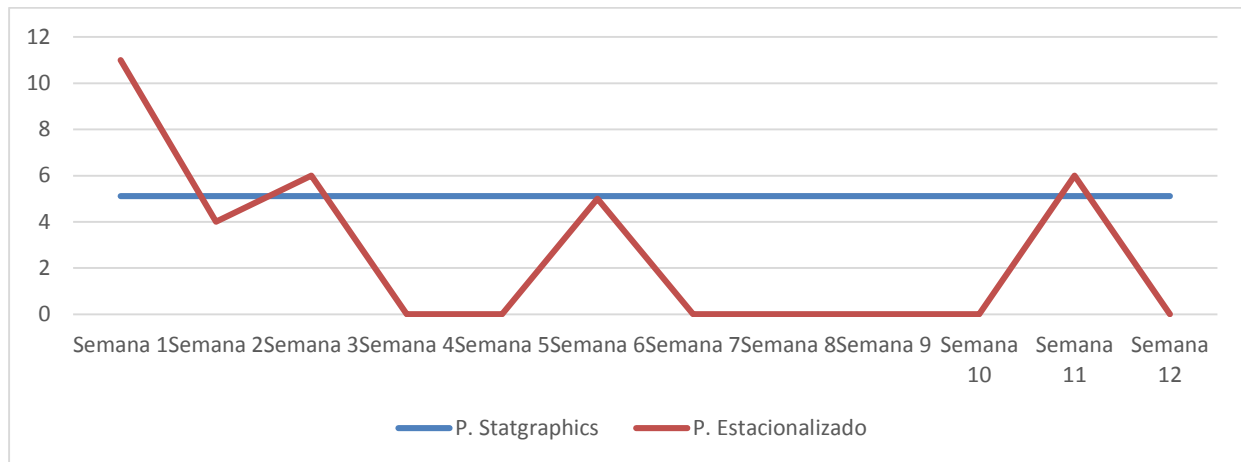
$$Pronostico_1 = FE_1 * P_1$$

$$Pronostico_1 = 1,238095238 * 0,807692 \text{ unidades}$$

$$Pronostico_1 = 0,999999619 \cong 1 \text{ unidad}$$

En la Gráfico 19 se evidencia la relación entre el pronóstico arrojado por el paquete Statgraphics vs el mismo pronostico después de ser afectado por el factor estacional del producto BALATA 16.5" X 7" (TRASERO) referencia 24410-22020B, la finalidad es evidenciar la importancia de aplicar este factor a los pronósticos y que los mismos se ajusten a la tendencia que presenta la demanda histórica.

Gráfico 19. Pronóstico REP10573 semanas 54-65



Fuente: el autor 2017

El procedimiento descrito anteriormente se realizó para los demás productos tipo A con comportamiento de demanda diferente al de una distribución normal. Los resultados del mismo se evidencian en la tabla 46.

Tabla 46. Pronostico aplicado a los productos tipo A con distribución no normal

	Media Constante	Media Constante	Suavización exponencial Simple	Suavización exp. De Brown	Suavización exp. Cuadrática de Brown	Suavización expone simple	Suavización exponen simple
Producto	BALATA 16.5'' REF:24410-22020	Filtro FS1040FLG REF:41610-22050	Guaya control cam hd-72 REF: 40210870	Zapatas de frenos hidráulicos 2,50" REF:58380-22000A	Alternador (serie 28 REF: 23510-02500	Amortiguadores pad genuine REF: 55215-22000A	Filtro aceite LF3000FL REF:194009-A
Semana 1	0	11	0	0	0	0	0
Semana 2	0	4	0	3	0	0	0
Semana 3	1	6	0	0	2	0	0
Semana 4	0	0	0	1	0	0	0
Semana 5	0	0	3	0	0	0	0
Semana 6	0	5	0	0	0	0	0
Semana 7	1	0	2	0	0	1	0
Semana 8	0	0	3	1	0	1	0
Semana 9	0	0	0	0	0	1	0
Semana 10	1	0	0	2	0	0	0
Semana 11	12	6	0	0	0	0	0
Semana 12	0	0	3	6	0	3	0

Fuente: resultados Statgraphics

3.3 Aplicación del sistema de inventarios para los productos clasificados tipo a.

Al determinar por medio de la prueba de Kolmogorov cuáles de los productos clasificados en la categoría A tienen un comportamiento de distribución normal (ver Tabla 31), se procede a aplicar el sistema de inventarios con distribuciones teóricas para el producto ARRANQUE (SERIE 39) 12 V/ACCIONADOR DE 12 DIENTES, PUNTA GIRATORIA CON OCP con referencia: 59760-22110A que se detalla en la tabla 47.

Tabla 47. Información del producto 59760-22110A para la aplicación del sistema de inventarios con distribuciones teóricas.

CRITERIO	VALORES	UNIDADES
Costo ordenar	\$ 27.722,00	PESOS MCTE
Costo adquisición	\$ 945.230,00	PORCENTAJES
Costo mantenimiento	9,561%	PESOS MCTE
Tiempo anticipación semanas	1	SEMANAS
Nivel de riesgo de déficit	5%	PORCETAJE
Z (tabla distribución acumulativa normal estándar)	1,644853627	NO APLICA

Fuente: el autor 2017

Procedimiento para aplicar el sistema de inventarios:

- *Determinar la demanda promedio con la fórmula*

$$\bar{r} = r_1(\phi_1) + r_2(\phi_2) + r_3(\phi_3) + \dots + r_n(\phi_n)$$

dónde:

r : demanda

ϕ : probabilidad de la demanda

Tabla 48. Estimación de la demanda promedio producto 59760-22110A

r_n	F	ϕ_n	$r_n\phi_n$	$r_n^2\phi_n$
0	24	46%	0	0
1	6	12%	0,115384615	0,11538462
2	4	8%	0,153846154	0,30769231
3	6	12%	0,346153846	1,03846154
4	3	6%	0,230769231	0,92307692
5	5	10%	0,480769231	2,40384615
6	2	4%	0,230769231	1,38461538
7	1	2%	0,134615385	0,94230769
9	1	2%	0,173076923	1,55769231
10	52	100%	1,865384615	

Como se aprecia en la tabla 48 se identifica la demanda en las 52 semanas (r_n), luego la frecuencia de dicha demanda (f) y la probabilidad de la frecuencia de la demanda (ϕ_n) donde resulta de la división entre la frecuencia de la demanda y el total de datos observados, finalmente se multiplicará dicha probabilidad con la demanda identificada ($r_n\phi_n$).

La demanda promedio estimada será:

$$\bar{r} = \sum_{n=1}^{52} r_n\phi_n$$

$$\bar{r} = 1,865384615 \text{ unidades/semana}$$

- *Cálculo de cantidad a pedir*

$$Q = \sqrt{\frac{2\bar{r}Co}{Cm}}$$

dónde:

\bar{r} : demanda promedio

Co : costo ordenar

Cm : costo mantener

Q= 1,069783806 unidades

- *Cálculo de la varianza*

$$\delta^2 = \frac{\sum (r - \bar{r})^2}{n-1}$$

$$\delta^2 = 5,295248869$$

donde:

r : dato de la demanda por semana

n : número de datos

\bar{r} :media aritmética de los datos

- *Calculo de la desviación estándar*

$$\sigma = \sqrt{\delta^2}$$

donde:

δ^2 : Varianza

$$\sigma = 2,301140776$$

- *Establecer el nivel de riesgo de déficit. (Asignación propia).*

$$\alpha = 5\% = 0,05$$

- Definir la demanda máxima que se entiende como el punto reorden, para lo cual es necesario el uso de la tabla de distribución normal.

$$Z_{(1-\alpha)} = \frac{r_{\text{máx}} - \bar{r} (TA)}{\sigma}$$

dónde:

$Z_{(1-\alpha)}$: valor de la distribución normal

α : nivel de riesgo de deficit

$r_{\text{máx}}$: demanda máxima

\bar{r} : demanda promedio

(TA): tiempo de anticipación promedio

σ : desviación estándar

$$Z_{(1-0,05)} = \frac{r_{\text{máx}} - 1,865384615 (1)}{2,30114078}$$

$$Z_{(0,95)} = \frac{r_{\text{máx}} - 1,865384615 (1)}{2,30114078}$$

$$1,644853627 = \frac{r_{\text{máx}} - 1,865384615 (1)}{2,30114078}$$

$$1,644853627 (2,30114078) = r_{\text{máx}} - 1,865384615$$

$$r_{\text{máx}} = 5,650424366$$

- Establecer la política de pedido

Cuando el inventario del producto, ARRANQUE (SERIE 39) 12 V/ACCIONADOR DE 12 DIENTES, PUNTA GIRATORIA CON OCP con referencia: 59760-22110A, llegue a 6 unidades, se debe pedir una cantidad fija de 1 unidad.

NOTA: Cuando la cantidad de ordenar (EOQ) es inferior al punto de reorden se debe hacer lo siguiente: “cuando los tiempos de entrega son largos o las tasas de la demanda son altas, hay que asegurarse de que la oportunidad de colocar un pedido de reaprovisionamiento a tiempo se base en el nivel efectivo de inventario, el nivel efectivo de inventario requiere que todo el stock del pedido se sume a la cantidad actual disponible en el momento de hacer una comparación con el punto de reorden. Cuando $PRO > Q^$, el resultado de este procedimiento es que un segundo pedido se colocará antes que el primero llegue al stock”. (Ballou 2004, 351)*

- *Stock de seguridad o existencia de seguridad.*

$$ES = r_{\text{máx}} - \bar{r} (TA)$$

donde:

$r_{\text{máx}}$: demanda máxima

\bar{r} : demanda promedio

(TA): tiempo de anticipación promedio

$$ES = 3,785039751 \approx 4 \text{ unidades}$$

- *Costo total promedio*

$$Ct = \sqrt{2\bar{r} Cm Co} + Cm (ES)$$

dónde:

\bar{r} : demanda promedio

Cm : Costo de mantener

Co : costo de ordenar

ES: stock de seguridad

$$\mathbf{Ct = \$ 438.737,10}$$

- *Finalmente se calcula el costo total*

$$CT = Ct + Cv (\bar{r})$$

Ct: costo total promedio

Cv: costo de adquisición

\bar{r} : demanda promedio

$$\mathbf{CT= \$ 2.201.954,60}$$

Se lleva a cabo este mismo procedimiento para cada uno de los productos tipo A que presentan un comportamiento de distribución normal arrojando los siguientes resultados resumidos en la tabla 49 con el fin de aportar datos para la toma de decisiones y el manejo de los inventarios.

Tabla 49. Aplicación del sistema de inventarios de distribuciones teóricas para los productos categorizados tipo A.

Código	Costo de ordenar	Costo de almacenar	Costo de compra	Promedio	EOQ	varianza	Desviación	Nivel riesgo deficit	Valor de distribución normal	Demanda máxima	Tiempo de anticipación	Nivel promedio Inv	Nivel de servicio	Stock de seguridad	Costo total promedio	Costo total	Costo total
59760-22110A	\$ 27.722,00	9,56%	\$ 945.230,00	1,8653846	1,0697838	5,2952489	2,3011408	0,05	1,6448536	5,6504244	1	4,3199317	95,46%	3,7850398	\$ 438.737,10	\$ 2.201.954,60	\$ 2.201.956,59
97133-2D100A	\$ 27.722,00	9,56%	\$ 278.200,00	1,8846154	1,9820444	5,9472097	2,4386902	0,05	1,6448536	7,7805191	2	5,0023105	97,40%	4,0112883	\$ 159.411,23	\$ 683.711,23	\$ 683.714,97
22001-22B00	\$ 27.722,00	9,56%	\$ 64.894,00	1,9807692	4,2072202	75,548643	8,6918722	0,05	1,6448536	16,277627	1	16,400468	95,64%	14,296858	\$ 114.806,21	\$ 243.346,25	\$ 243.354,59
41710-22650A	\$ 27.722,00	9,56%	\$ 579.054,00	0,5961538	0,772681	1,4611614	1,2087851	0,05	1,6448536	2,5844284	1	2,374615	96,70%	1,9882745	\$ 152.852,27	\$ 498.057,54	\$ 498.058,00
HY03-01	\$ 27.722,00	9,56%	\$ 241.630,00	0,5961538	1,1961464	2,8729261	1,6949708	0,05	1,6448536	3,3841328	1	3,3860521	97,01%	2,7879789	\$ 92.040,14	\$ 236.088,79	\$ 236.089,50
81393-33001	\$ 27.722,00	9,56%	\$ 138.462,00	1,1153846	2,1613624	2,5746606	1,6045749	0,05	1,6448536	4,8700601	2	3,7199721	98,43%	2,6392909	\$ 63.551,29	\$ 217.989,67	\$ 217.992,08
43794-22010A	\$ 27.722,00	9,56%	\$ 671.393,00	1,0384615	0,9470815	17,684766	4,2053259	0,05	1,6448536	7,9556072	1	7,3906864	90,63%	6,9171456	\$ 504.808,05	\$ 1.202.023,85	\$ 1.202.024,84
94670-72100A	\$ 27.722,00	9,56%	\$ 164.194,00	2,1538462	2,7580953	4,9562594	2,2262658	0,05	1,6448536	5,8157275	1	5,040929	98,30%	3,6618814	\$ 100.782,27	\$ 454.430,89	\$ 454.436,83
20910-8YA01	\$ 27.722,00	9,56%	\$ 2.541.500,00	0,2692308	0,2478551	0,5535445	0,7440057	0,05	1,6448536	1,762242	2	1,347708	93,67%	1,2237805	\$ 357.588,72	\$ 1.041.838,72	\$ 1.041.838,78
94600-6A900	\$ 27.722,00	9,56%	\$ 121.600,00	2,2692308	3,2896759	6,0437406	2,458402	0,05	1,6448536	6,3129423	1	5,6885495	98,42%	4,0437115	\$ 85.257,31	\$ 361.195,77	\$ 361.203,23
31920-45101	\$ 27.722,00	9,56%	\$ 183.100,00	1,25	1,9897174	4,3872549	2,0945775	0,05	1,6448536	5,9452734	2	4,4401321	97,78%	3,4452734	\$ 95.143,82	\$ 324.018,82	\$ 324.021,30
56540-22000A	\$ 27.722,00	9,56%	\$ 102.620,00	1,9038462	3,2800502	23,225867	4,8193223	0,05	1,6448536	11,734772	2	9,5671048	96,90%	7,9270797	\$ 109.956,23	\$ 305.328,92	\$ 305.335,16
BS910L	\$ 27.722,00	9,56%	\$ 643.014,00	0,3076923	0,5267793	0,6485671	0,8053366	0,05	1,6448536	1,6323532	1	1,5880505	96,77%	1,3246609	\$ 113.821,30	\$ 311.671,76	\$ 311.671,92
41610-22060A	\$ 27.722,00	9,56%	\$ 83.495,00	1,8461538	3,5808348	41,779789	6,4637287	0,05	1,6448536	14,324195	2	12,422305	96,19%	10,631888	\$ 113.456,96	\$ 267.601,58	\$ 267.608,19
23040-02710Y	\$ 27.722,00	9,56%	\$ 412.874,00	0,5	0,8380247	3,4313725	1,8523964	0,05	1,6448536	4,046921	2	3,4659333	95,34%	3,046921	\$ 153.354,28	\$ 359.791,28	\$ 359.791,70
55215-22000	\$ 27.722,00	9,56%	\$ 245.926,00	0,8269231	1,3964034	15,204751	3,899327	0,05	1,6448536	8,0676683	2	7,1120239	94,11%	6,4138222	\$ 183.637,53	\$ 386.999,41	\$ 387.000,57
23124-23010	\$ 27.722,00	9,56%	\$ 346.578,00	0,9807692	1,2810424	1,234917	1,1112682	0,05	1,6448536	2,8086428	1	2,4683947	98,17%	1,8278736	\$ 103.015,69	\$ 442.928,73	\$ 442.929,99
51720-21100A	\$ 27.722,00	9,56%	\$ 640.100,00	0,5576923	0,7108107	1,8593514	1,3635804	0,05	1,6448536	2,8005824	1	2,5982955	95,95%	2,2428901	\$ 180.762,25	\$ 537.741,10	\$ 537.741,50
55513-22010	\$ 27.722,00	9,56%	\$ 196.450,00	1,5961538	2,1706606	79,735671	8,9294833	0,05	1,6448536	16,283847	1	15,773023	91,32%	14,687693	\$ 316.636,23	\$ 630.200,65	\$ 630.204,11
31210549	\$ 27.722,00	9,56%	\$ 1.623.078,00	0,6538462	0,4833355	2,9366516	1,7136661	0,05	1,6448536	3,4725761	1	3,0603977	92,52%	2,8187299	\$ 512.411,03	\$ 1.573.654,34	\$ 1.573.654,66
194009	\$ 27.722,00	9,56%	\$ 315.356,00	0,3653846	0,8197004	1,4128959	1,188653	0,05	1,6448536	2,3205448	1	2,3650104	96,94%	1,9551602	\$ 83.663,43	\$ 198.889,66	\$ 198.889,96

Fuente: el autor con información suministrada por Vivas Motor y la aplicación de las formulas correspondientes al sistema de inventarios con distribuciones teóricas 2017.

3.3.1 Aplicación del algoritmo de Wagner Whitin para demanda de productos con comportamiento de distribución diferente a la normal. Para detallar la aplicación de este modelo se toma como referencia el producto GUAYA CONTROL CAMBIOS HD-72 (LARGA-ROJA) ref: 40210870, producto que presenta una demanda con comportamiento de distribución no normal, se tomó la demanda proyectada a partir de la técnica de pronósticos arrojada por el paquete STATGRAPHICS para alimentar el modelo de Wagner Whitin. Por medio de dicho modelo se identifica el costo mínimo óptimo, el cual se obtiene iterando periodo a periodo, con el fin de evidenciar el total de dichos costos.

$$K_{t\ l} = A + h \left[\sum_{j=t+1}^l (j - t) D_j \right]$$

K= costo de colocar una orden para cubrir la demanda de los periodos

t= Semana en la que se va a poner la orden de pedido

l= Semana para la que se va a suplir la demanda

A= costo de ordenar

Dj= demanda para el periodo

$$K_{1,1} = \$27.722 + 158.670 * 9,6\% \left[\sum_{j=1+1}^1 (1 - 1) * 1 \right]$$

El costo asociado para la semana 1 está dado por el costo de ordenar (A), más el costo del inventario (V*R), dicho costo es multiplicado por la sumatoria de las demandas en cuestión, en este caso una sola semana. Para el análisis de la siguiente semana 1 ordenando en la semana 0 se realiza de la siguiente forma:

$$K_{1,2} = \$27.722 + 95.360 * 9,6\% [0 * 1 + 1 * 0]$$

$$K_{1,2} = \$27.722$$

El costo asociado para la semana 1, ordenando en la semana 0, está dado por el costo de ordenar, más el costo de inventario ($V \cdot R$), dicho costo esta multiplicado por la sumatoria de las demandas de la semana 0 y la semana 1, es decir, si se pide en la semana 1 para la semana 1 los días de inventario serán 0, si se pide en la semana 1 para la semana 2 será 1 y estos días irán a su vez multiplicados por la demanda correspondiente a la semana que se esté analizando. Este procedimiento se realiza para cada una de las semanas proyectadas (12) y del mismo modo para cada producto clasificado como tipo A que presenten una demanda con distribución de comportamiento diferente a la normal.

La política de inventario para este producto está directamente relacionada con los resultados obtenidos en la tabla 50, es decir, las semanas descritas como columna son las semanas en las que se realiza el pedido, las semanas que están definidas como fila son las semanas en las que se suple la demanda.

Tabla 50. Aplicación del algoritmo de Wagner Within

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	REF PRODUCTO	41610-22050A
demanda	11	4	6	0	0	5	0	0	0	0	6	0	precio de venta	\$ 95.360,00
costo de ordenar	\$ 27.722,00	\$ 27.722,00	\$ 27.722,00	\$ 27.722,00	\$ 27.722,00	\$ 27.722,00	\$ 27.722,00	\$ 27.722,00	\$ 27.722,00	\$ 27.722,00	\$ 27.722,00	\$ 27.722,00	c de mantener invent	9,6%
costo de inventari	\$ 9.117,16	\$ 9.117,16	\$ 9.117,16	\$ 9.117,16	\$ 9.117,16	\$ 9.117,16	\$ 9.117,16	\$ 9.117,16	\$ 9.117,16	\$ 9.117,16	\$ 9.117,16	\$ 9.117,16	costo de ordenar	\$ 27.722,00

Semanas	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12		
Semana 1	\$ 27.722,00	\$ 64.190,65	\$ 173.596,59	\$ 173.596,59	\$ 173.596,59	\$ 401.525,63	\$ 401.525,63	\$ 401.525,63	\$ 401.525,63	\$ 401.525,63	\$ 948.555,32	\$ 948.555,32		
Semana 2		\$ 55.444,00	\$ 110.146,97	\$ 110.146,97	\$ 110.146,97	\$ 292.490,20	\$ 292.490,20	\$ 292.490,20	\$ 292.490,20	\$ 292.490,20	\$ 784.816,93	\$ 784.816,93		
Semana 3			\$ 83.166,00	\$ 83.166,00	\$ 83.166,00	\$ 219.923,42	\$ 219.923,42	\$ 219.923,42	\$ 219.923,42	\$ 219.923,42	\$ 657.547,18	\$ 657.547,18		
Semana 4				\$ 110.888,00	\$ 110.888,00	\$ 202.059,62	\$ 202.059,62	\$ 202.059,62	\$ 202.059,62	\$ 202.059,62	\$ 584.980,40	\$ 584.980,40		
Semana 5					\$ 110.888,00	\$ 156.473,81	\$ 156.473,81	\$ 156.473,81	\$ 156.473,81	\$ 156.473,81	\$ 484.691,63	\$ 484.691,63		
Semana 6						\$ 110.888,00	\$ 110.888,00	\$ 110.888,00	\$ 110.888,00	\$ 110.888,00	\$ 384.402,85	\$ 384.402,85		
Semana 7							\$ 138.610,00	\$ 138.610,00	\$ 138.610,00	\$ 138.610,00	\$ 357.421,88	\$ 357.421,88		
Semana 8								\$ 138.610,00	\$ 138.610,00	\$ 138.610,00	\$ 302.718,91	\$ 302.718,91		
Semana 9									\$ 138.610,00	\$ 138.610,00	\$ 248.015,94	\$ 248.015,94		
Semana 10										\$ 138.610,00	\$ 193.312,97	\$ 193.312,97		
Semana 11											\$ 138.610,00	\$ 138.610,00		
Semana 12												\$ 166.332,00		
costos minimos	\$ 27.722,00	\$ 55.444,00	\$ 83.166,00	\$ 83.166,00	\$ 83.166,00	\$ 110.888,00	\$ 110.888,00	\$ 110.888,00	\$ 110.888,00	\$ 110.888,00	\$ 138.610,00	\$ 138.610,00	COSTO TOTAL semanas proyectadas	
cantidad a ordena	1,00						2,00	2,00	1,00			5,00		

Fuente: el autor 2017

En la tabla 51 se resumen los costos totales obtenidos por producto, después de la aplicación del algoritmo de Wagner Within.

Tabla 51. Aplicación del algoritmo de Wagner Within para los productos categorizados tipo A.

Producto	Cantidad ordenada	Nivel promedio de inventario	Nivel de servicio	Costo Total
24410-22020B	3	0	100%	\$ 11.550,83
41610-22050 ^a	7	0	100%	\$ 11.550,83
40210870	4	0	100%	\$ 11.550,83
58380-22000 ^a	3	0	100%	\$ 13.861,00
23510-02500	2	0	100%	\$ 4.620,33
55215-22000 ^a	3	0	100%	\$ 11.550,83
194009-A	1	0	100%	\$ 2.310,17

Fuente: el autor 2017

Los niveles de inventario promedio son iguales a cero (0) en el caso de los siete productos expuestos anteriormente, el comportamiento de la demanda de los productos tipo A y el modelo que se aplicó a los mismos permiten asignar las cantidades de compra en el momento que ocurre la demanda, motivo por el cual no se genera inventario.

3.4 Análisis De Resultados

Finalmente y posterior a la aplicación de los modelos de inventarios para los 28 productos tipo A, con el fin de realizar un comparativo entre los indicadores de gestión de inventarios que se manejan actualmente versus los indicadores de gestión de inventarios con los modelos propuestos, se procede a evaluar los cuatro indicadores de gestión de inventarios que se analizaron anteriormente con el sistema actual, que permiten identificar cual sistema de gestión de inventarios es el apropiado para la empresa Vivas Motor. Se evalúan: inventario

promedio, costo total promedio, cantidades de pedido a ordenar (galones y unidades) y finalmente nivel de servicio.

En la Tabla 53, información reflejada en el gráfico 20 se observa una disminución muy importante de las cantidades a ordenar del sistema actual vs. el sistema propuesto por el autor, con el sistema actual, los pedidos se encuentran entre 6 y 18 unidades por orden de pedido, por el contrario con el sistema propuesto por el autor de este proyecto investigativo, las órdenes de pedido en su totalidad están entre 1 y 9 unidades máximo, encontrando que el 86% de las mismas se encuentran en órdenes de pedido entre 1 y 3 unidades.

Tabla 52. Hoja de vida del indicador Tamaño de la orden productos tipo A sistema actual vs sistema propuesto

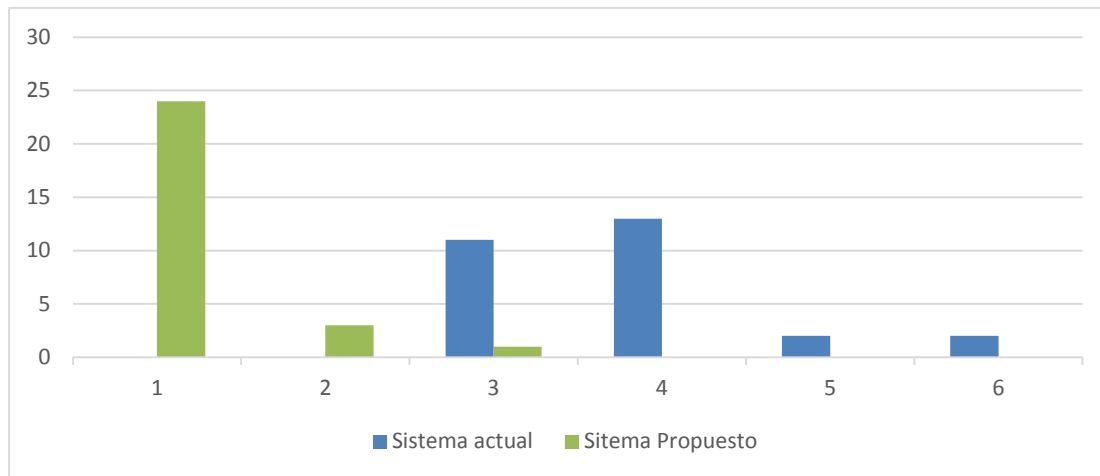
OBJETIVO DEL INDICADOR	Evidenciar el tamaño actual de las órdenes de pedido versus el sistema propuesto para determinar su frecuencia.
UNIDAD DE MEDIDA	Unidades
FORMULA PARA SU CALCULO	Cantidad ordenada = Q
FUENTE DE LOS DATOS	Factura semanal, pronostico.

Tabla 53. Tamaño de la orden de productos tipo A sistema actual vs sistema propuesto

Intervalo	Lim inferior (unidades)	Lim superior (unidades)	Sistema actual Und / % frecuencia		Sistema Propuesto Und / % frecuencia	
1	1	3	0	0%	24	86%
2	3	6	0	0%	3	11%
3	6	9	1	39%	1	3%
4	9	12	13	46%	0	0%
5	12	15	2	7%	0	0%
6	15	18	2	7%	0	0%

Fuente: el autor 2017

Gráfico 20. Tamaño de la orden de productos tipo A sistema actual vs sistema propuesto – unidades



Fuente: el autor 2017

En la Tabla 53, información reflejada en el gráfico 21 se evidencia un cambio radical en el nivel de inventarios, en el sistema propuesto el 79% de los productos tienen un inventario que se encuentra entre el rango de 0 a 5 unidades en inventario, por el contrario en el sistema que maneja actualmente la empresa el 32% de los productos tiene en bodega entre 10 y 15 unidades. Lo cual prevé una disminución de costos bastante considerable.

Tabla 54. Hoja de vida. Indicador Inventario Promedio sistema actual versus sistema propuesto productos tipo A.

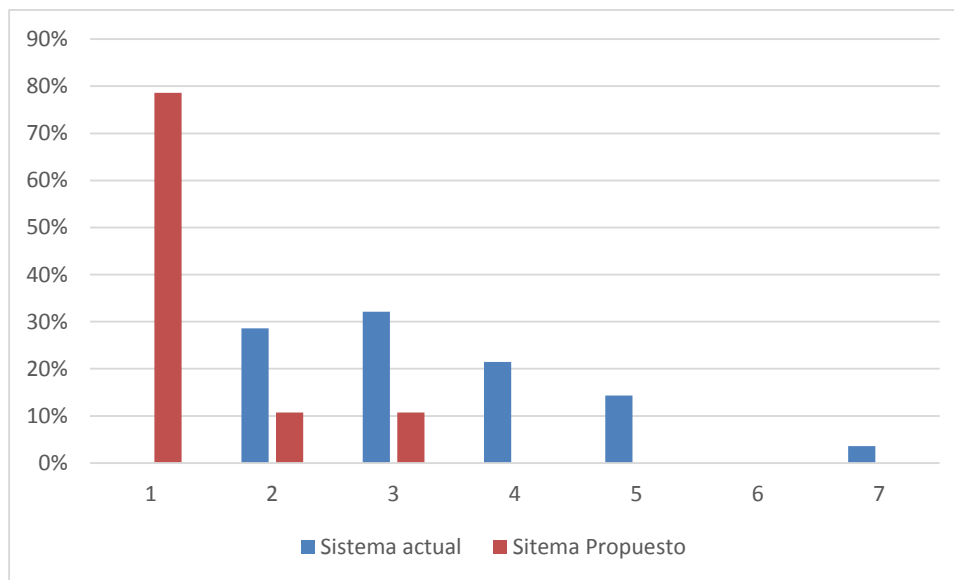
OBJETIVO DEL INDICADOR	Permite saber el número de unidades de producto que están en promedio en bodega.
UNIDAD DE MEDIDA	Porcentaje
FORMULA PARA SU CALCULO	$(\text{Coste mercancías vendidas} / \text{Promedio inventarios}) = N \text{ veces.}$
FUENTE DE LOS DATOS	Registro del seguimiento de los inventarios.

Tabla 55. Inventario promedio Sistema actual versus sistema propuesto productos tipo A

Interv	Lim inferior	Lim superior	Sistema actual		Sistema Propuesto	
	(unidades)	(unidades)	Und / % frecuencia		Und / % frecuencia	
1	0	5	0	0%	22	79%
2	5	10	8	29%	3	11%
3	10	15	9	32%	3	11%
4	15	20	6	21%	0	0%
5	20	25	4	14%	0	0%
6	25	30	0	0%	0	0%
	30	35	1	4%	0	0%

Fuente: el autor 2017

Gráfico 21. Inventario Promedio sistema actual vs sistema propuesto productos tipo A (unidades vs porcentaje de frecuencia)



Fuente: el autor 2017

Con respecto a la tabla 55 información reflejada en el gráfico 22 puede verse con claridad que los costos se ven disminuidos, como primera medida el 61% de los costos actuales están representados entre el rango de \$227.719 y \$1.478.023 a diferencia de los costos con el sistema propuesto de los cuales el 79% se encuentran en el rango de \$ 0 y \$227.719 lo cual representa gran disminución de gastos (ver gráfico 23).

Tabla 56. . Hoja de vida indicador costo total de inventario promedio productos tipo A sistema actual versus sistema propuesto

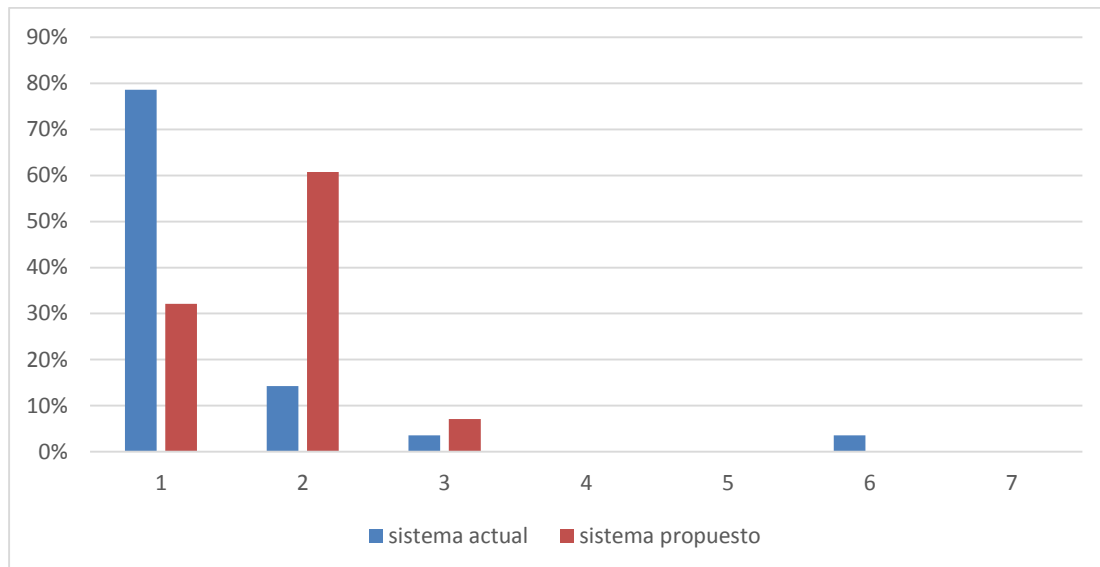
OBJETIVO DEL INDICADOR	Permite conocer el costo total promedio en el cual se incurre por inventarios de los productos con el sistema actual versus el sistema propuesto.
UNIDAD DE MEDIDA	Pesos MCTE
FORMULA PARA SU CALCULO	Costo de mantener + Costo de adquisición + Costo ordenar = CTI
FUENTE DE LOS DATOS	Registro del seguimiento de los inventarios.

Tabla 57. Costo total promedio sistema actual vs sistema propuesto productos tipo A

			Sistema Actual		Sistema Propuesto	
Interv	Lim inferior	Lim superior	Frecuencia Observada unidades	Frecuencia Relativa %	Frecuencia Observada %	Frecuencia Relativa %
1	\$ -	\$227.719	22	79%	9%	32%
2	\$227.719	\$1.478.023	4	14%	17%	61%
3	\$1.478.023	\$2.728.320	1	4%	2%	7%
4	\$2.728.320	\$3.978.630	0	0%	0%	0%
5	\$3.978.630	\$ 5.228.933	0	0%	0%	0%
6	\$5.228.933	\$6.479.233	1	4%	0%	0%

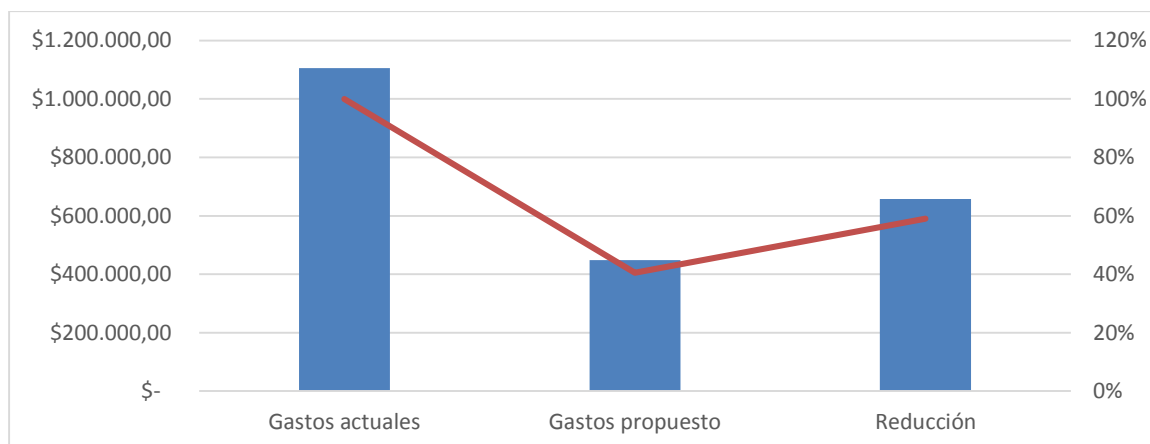
Fuente: el autor 2017

Gráfico 22. Costo total promedio sistema actual vs sistema propuesto productos tipo A.
(Unidades / % de frecuencia)



Fuente: el autor 2017

Gráfico 23. Reducción de gastos



Fuente: el autor 2017

La reducción de gastos semanal es muy importante, representa el 61% con el sistema propuesto, el promedio de gastos actuales es de \$ 1.105.133,17, por su parte el promedio de gastos con el sistema propuesto es de \$ 448.089,76, la diferencia entre ambos sistemas es \$657.043,41.

CONCLUSIONES

- Los costos de operación se ven incrementados significativamente por un factor importante, la empresa Vivas Motor no cuenta con una política de inventarios, este proceso se lleva a cabo de forma tradicional por un método implementado por el gerente, situación que hace que en muchas ocasiones se presente exceso o falta de productos.
- Para el desarrollo de este trabajo investigativo se emplearon técnicas de diagnóstico que hicieron más sencilla la tarea de identificación de situaciones problema. La matriz de causa – efecto permitió a la gerencia de la empresa generar estrategias para el mejoramiento de los procesos, no solo de inventario si no en general de empresa. La matriz DOFA, dio la oportunidad de adentrarse en el proceso del manejo de los inventarios, concientizando a la dirección de la importancia de la buena ejecución de los recursos.
- Las preguntas realizadas en la encuesta que se aplicó a los trabajadores, permitió conocer las apreciaciones de quienes están directamente con el proceso. En algunos casos los empleados tienen claro donde existen falencias en el proceso, precisamente por la relación que existe con el manejo de los productos, pero no toman la iniciativa de comentar con la dirección para realizar cambios pertinentes. La encuesta permitió evidenciar posibles problemas para determinar estrategias de solución.
- Las órdenes de pedido son generadas de acuerdo con el criterio del bodeguero, quien lleva trabajando en la compañía más de 18 años, de modo que ordenan los productos de acuerdo con la cantidad de piezas vendidas, confiando plenamente en la decisión tomada por el trabajador, sin tener en cuenta el costo por inventario que cada producto genera a la empresa.

- La caracterización de productos mediante la clasificación ABC permitió a la empresa visualizar dos cosas muy importantes: la primera, fue determinar el grado de importancia de cada producto, teniendo en cuenta los recursos tanto económicos como humanos, después de realizar el análisis pueden ejecutarse órdenes de pedido teniendo en cuenta el costo de la inversión y el control de los productos para no generar sobrecostos ni faltantes. La segunda, fue determinar cuáles de estos productos clasificados como tipo A, tienen un alto nivel de rotación en 10 meses, la clasificación se realizó tomando como factores primordiales: el número de ventas y su valor monetario, pero también la rotación de los productos ya que pueden existir productos con precios de venta muy elevados pero que no tienen una rotación tan alta.
- La aplicación de la prueba de Kolmogorov, permitió distinguir el comportamiento de distribución de los productos con el fin de determinar el posterior modelo de aplicación para inventarios, la prueba arrojó un total de 21 productos clasificados como tipo A con comportamiento de distribución normal y el restante de los mismos con un comportamiento diferente del normal, a los cuales con la utilización del paquete STATGRAPHICS se les evaluó el pronóstico adecuado a aplicar y el mismo programa arrojó una demanda pronosticada para las próximas 12 semanas.
- Después de aplicar el sistema de revisión de inventarios para los productos tipo A con comportamiento de distribución normal, se aplicó el algoritmo de Wagner Within para los productos con comportamiento de distribución diferente a la normal lo que permitió determinar el costo mínimo para la demanda de 12 semanas proyectadas.
- Los indicadores de gestión arrojaron resultados determinantes, se procedió a realizar una primera evaluación con el sistema de manejo de inventarios que se aplica en la actualidad y una segunda evaluación con el sistema propuesto, los costos se ven disminuidos, en un 61%, lo cual representa gran disminución de gastos.

RECOMENDACIONES

- Implementar procesos de capacitación para los trabajadores, en técnicas de almacenamiento, sistemas de información, control de inventarios, con el fin de ampliar los conocimientos de los mismos y la implementación de estrategias que permitan al equipo de trabajo cumplir con sus diferentes tareas bajo tres principios básicos: planeación, control y estandarización.
- Es vital mantener el orden y aseo al interior de la bodega, para tal fin se propone llevar a cabo reuniones programadas con el personal donde se realicen sensibilizaciones con respecto a este tema y donde además se haga énfasis en la importancia del registro de todas las novedades que se presenten en las jornadas de trabajo.
- Comenzar el proceso de cambio de política de inventarios, implementando el sistema de gestión de inventarios propuesto tanto para los productos con comportamiento de distribución normal como para los productos que presentan otro tipo de comportamiento de distribución.
- Llevar a cabo evaluaciones periódicas por medio de los indicadores de gestión de inventarios propuestos con el fin de valorar la gestión que esté haciendo en un periodo de tiempo específico con respecto al proceso de inventarios de la empresa, que permita tomar decisiones pertinentes.
- Los requerimientos del cliente son la razón fundamental por la cual se llevó cabo este proyecto, por lo cual se sugiere reevaluar la distribución de la bodega como planta física, teniendo en cuenta la clasificación ABC, podrían evaluarse la colocación de los productos dentro de la bodega con el fin de agilizar los procesos y minimizar los tiempos de operación.

BIBLIOGRAFÍA

- Anaya, Tejeiro Julio Juan. *Logística integral: La gestión operativa de la empresa. Tercera edición.* . Madrid: Editorial Esic, 2007.
- Ballou, Ronald. *Logística: administración de la cadena de suministro. quinta edición.* México: Pearson educación, 2004.
- Boubeta, Bastos Ana Isabel. *Distribucion logística y comercial: La logística en la empresa.* Madrid españa:esbiblo : Editorial Esbiblo, 2007.
- Becerra, Acosta Jaime Alejandro y Torres, García Johanna Mirley, *Diseño de un sistema de gestión para la administración y control de los inventarios para la ferretería la cadena E.U. Trabajo de grado (Título de Ingeniero Industrial) Bogotá D.C.* Universidad Libre de Colombia. Facultad de ingeniería. 2011
- Besterfield, Dale H. *Control de calidad. Cuarta Edición.* Naucalpan de Juárez, México., PEARSON Prentice Hall, 1994.
- Bustos, Osorio Camilo Andrés, *Modelo de inventarios para distribuidora PARGO PLATERO S.A. Bogotá D.C. Trabajo de grado (Título de Ingeniero Industrial) Bogotá D.C.* Universidad Libre de Colombia. Facultad de ingeniería. 2011.
- Castellanos, Ramírez Andrés. *Manual de la gestión logística de transporte y distribución de mercancías ediciones uninorte.* Barranquilla: Ediciones Uninorte, 2009.
- Chase, Richard, y Nicholas Aquilano. *Administración de Operaciones (Producción y Cadena de Suministros)* . Mexico: Mc Graw Hill, 2009.

Chávez, Jorge, y Rodolfo Torres. *Supply Chain Management. Segunda Edición*. Santiago de Chile: RIL Editores, 2012.

DANE . «Boletín PIB 2014 [en línea].» [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol_PIB_ltrime14.pdf). Diciembre de 2014.
http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol_PIB_ltrime14.pdf
(último acceso: 13 de Marzo de 2015).

Díaz, Carvajal Diana Marcela y Patiño, Martínez, Vilma Yaneth, *Implementación de sistema de gestión de inventarios para formas y color en lámina WJ Ltda. Trabajo de grado (Título de Ingeniero Industrial)*, Bogotá D.C. Universidad Libre de Colombia Universidad Libre de Colombia. Facultad de ingeniería. 2011. 112h

Díaz, Matalobos, Ángel. *Gerencia de inventarios*. Caracas : Ediciones IESA, 1999.

Elias, Jiménez. Sánchez José. *Marco conceptual de la cadena de suministro, un nuevo enfoque logístico*. Publicación TecnicaSanfadila, 2002.

Eppen, G. D., F. J. Gould, C. P. Schimdt, J. H. Moore, y L. R. Weatherford. *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa. Construcción de modelos para la toma de decisiones con hojas de cálculo*. . México: Prentice-Hall. , 2000.

Filcun, Coronado Juan Carlos. «Curso conocimientos básicos de Contabilidad.»
<http://www.mailxmail.com>. Septiembre de 18 de 2010.
<http://www.mailxmail.com/curso-conocimientos-basicos-contabilidad> (último acceso: 02 de Mayo de 2015).

Guerrero, Salas Humberto. *Inventarios: Manejo y control*. . Bogotá: Ecoe Ediciones, 2009.

Hanke, John E. *Pronósticos en los negocios*. . México. : Pearson Educación, 2006.

Hanke, y John E. *Pronósticos en los negocios*. . México.: Editorial Pearson Educación, 2006.

Hillier, Frederick S. y Lieberman, Gerald. *Investigación de operaciones. Séptima Edición*. México, D.F., McGraw-Hill, 2002.

- Krajewski, Lee, Larry Ritzaman, y Manoj Lalhotra. *Administración de Operaciones, procesos y cadenas de valor. Octava Edición*. México: Pearson Education., 2008.
- Malisani, Arbones Eduardo. *Optimización industrial (II): programación de recursos*. . Barcelona, España: Marcombo S.A., 1989.
- Marín, Pataquiva William Eduardo, y Vargas Sirley Magda Carolina Montes. *Sistema de gestión de inventarios para la empresa farmacéutica UnitedPharma de Colombia S.A. Sistema de Gestión de Inventarios para la empresa Farmacéutica UnitedPharma de Colombia S.A. Trabajo de grado (Titulo de Ingeniero Industrial)*. , Bogotá D.C. : Universidad Libre de Colombia, 2013.
- Martínez, Bencardino Ciro. *Estadística aplicada. Primera Edición*. . Bogotá D.C. : Prentice Hall, 2011.
- Martínez, Sierra, Javier Arbid, y Viasus, Ronald Alexander Quintero. *Implementación del modelo de gestión de inventarios SilverMeal en la empresa Ferrero LADM*. . Trabajo de grado (Titulo Especialista de Gerencia en Logística integral)., Bogotá D.C.: Repositorio de la Universidad Militar Nueva Granada, 2013.
- Masini, A. F, y Ledesma Faustino Vásquez. *Modelos Cuantitativos de Pronósticos*. . Burdeos: Advanced Value Group, , 2014.
- Max, Muller. *Fundamentos de administración de inventarios*. Bogotá: grupo editorial Norma. 2004.
- Mayorga, Quiñones Manuel Alejandro y Ramos, Rivera, Julio Cesar, *Plan para un sistema de inventarios en lubricantes AUTOZUAR E.U. Trabajo de grado (Título de Ingeniero Industrial)* Bogotá D.C. Universidad Libre de Colombia. Facultad de ingeniería. 2010.
- Modelos de pronósticos. «Modelos de pronósticos.» <http://modelosdepronosticos.info/>. 2015. <http://modelosdepronosticos.info/> (último acceso: 12 de Enero de 2017).

Moya, Navarro Marco. *Investigación de operaciones, control de inventarios y teoría de colas*. Cuarta edición. Costa Rica: EUNED, 1999.

Munch, Galindo Lourdes. *Calidad y mejora continua: principios para la competitividad y la productividad*. México, D.F., Trillas, 2005.

Muñoz, Jiménez Carlos Alberto, y Peralta Emiro Alberto Camargo. *Mejoramiento al control administrativo de los inventarios de la organización Vimarco Ltda. Regional Centro de la Ciudad de Bogotá D.C.* . Trabajo de grado (Título de Ingeniero Industrial)., Bogotá: Repositorio de la Universidad Libre de Colombia. Facultad de Ingeniería, 2013.

Noori Hamid y Radford Russell. *Administración de operaciones y producción: Calidad total y respuesta sensible rápida*. Bogotá. Mc Graw Hill.1997

Rodríguez, Sarmiento Edna Yulieth y Sánchez, Saza, Cristina, *Optimización del sistema de gestión de inventarios de productos químicos y colorantes en Clariant Colombia S.A.* Trabajo de grado (Título de Ingeniero Industrial) Bogotá D.C. Universidad Libre de Colombia. Facultad de ingeniería. 2011. 132h

Romagnoli, Sergio. *Herramienta de gestión: diagnostico empresarial*. . Buenos Aires , 2009.

Salazar, López Bryan. «Suavización exponencial simple.»
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com>. 2013.
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/pron%C3%B3stico-de-ventas/suavizaci%C3%B3n-exponencial-simple/>
(último acceso: 05 de Marzo de 2015).

Sampieri Hernández, Roberto; Collado Fernández, Carlos y Lucio Baptista, Pilar. *Metodología de la investigación*. Cuarta Edición. México, D.F., McGraw-Hill, 2008.

Sánchez, Cegarra José. *Metodología de la investigación científica y tecnológica*. Ediciones Díaz de Santos. 2004.

Sarabia, Viejo Ángel. *La investigación operativa*. Madrid: : Editorial Gráf. Ortega. , 1996.

Schroeder, Roger G, Goldstein Susan Meyer, y Johnny M Rungtusanatham. *Administración de operaciones conceptos y casos contemporáneos. Quinta edición.* . México D.F: Mc Graw Hill, 2011.

Scott, Besley Eugene F. *Fundamentos de administración financiera.* . Cengage Learning. , 2008.

Sipper, Daniel. *Planeación y control de la producción.* . México: Editorial Mc Graw – Hill., 1998.

Soret, Los Santos Ignacio. *Logística y operaciones en la empresa* . Editorial ESIC, 2010.

Steven, Nahmias. *Análisis de la producción y las operaciones*. México: Mac Graw Hill, 2007.

Vanegas, Torres Gustavo y otros. *Guía para la elaboración de proyectos de investigación.* Tercera Edición. Bogotá, D.C., Universidad Libre Facultad de Derecho, 2010.

Willey, John. *Administración de operaciones*. Segunda edición. México D.F.: Limusa. 2002.

Zipper, Daniel. *Planeacion y control de la producción, 1 ed.* . México: Mc Graw Hill, 1999.